Postverlagsort München

Funkschau

Vereinigt mit dem Radio-Magazin

MIT FERNSEH-TECHNIK, SCHALLPLATTE UND TONBAND

Frequenzweichen
für Empfangsantennen

Abstimmanzeige auf der
Fernseh-Bildröhre

Gegensprechanlage
mit Transistorverstärkern

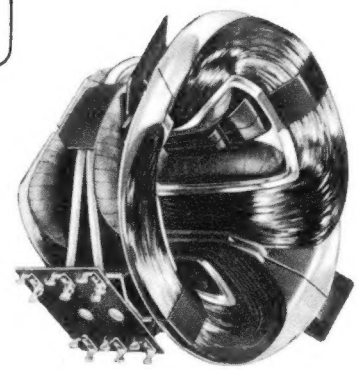
FM-Meßgenerator Typ GM 2890

**mit Praktikerteil
und Ingenieurseiten**

2. JAN.-HEFT **2** PREIS: 1.20 DM

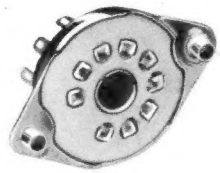
1958

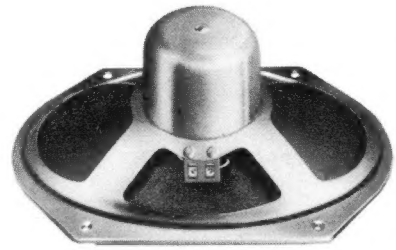
Alle Bauteile von Plessey

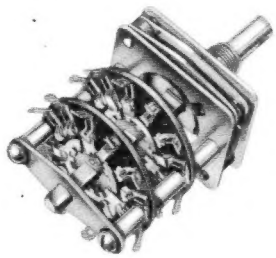


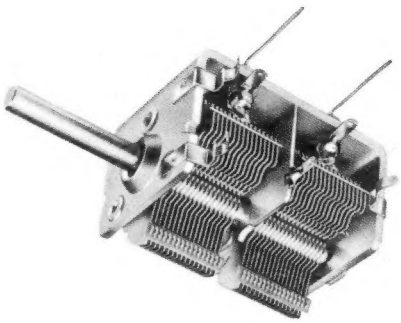
Dank der Produktionskapazität der zahlreichen Werke der Gesellschaft in ganz Großbritannien und der intensiven Erfahrungen in der Entwicklung und Massenherstellung von Rundfunk-, Fernseh- und elektronischen Bauteilen, werden Erzeugnisse, die den Namen Plessey tragen, von den Ingenieuren der ganzen Welt als höchstwertig anerkannt. In jeder Bauteile betreffenden Frage wird Plessey Ihnen bestimmt helfen können.

Bitte, treten Sie mit uns in Verbindung und geben Sie uns ihre Wünsche bekannt.









Ausführliche Unterlagen erhalten Sie auf Anforderung

LUFT- UND QUETSCH-TRIMMER · AUTOMATISCHE PLATTENSPIELER UND WECHSLER · SPULEN UND DROSSELN · REGELWIDERSTÄNDE ABLENKSPULEN · ANTRIEBSMECHANISMEN UND ABSTIMM-MOTOREN ELEKTROLYTKONDENSATOREN · FOKUSSIEREINRICHTUNGEN HOCHFREQUENZEISENKERNE · LAUTSPRECHER · NETZTRANSFORMATOREN AUSGANGS- UND ZWISCHENFREQUENZÜBERTRAGER · MINIATUR-BAUTEILE · STECKER · KUPPLUNGEN UND ANSCHLUSSLEISTEN · WIDERSTÄNDE HOCHFREQUENZ- UND ZWISCHENFREQUENZ-FILTERSPULEN ZEILENTRANSFORMATOREN · BAUTEILE FÜR DAS ZENTIMETERWELLEN-GEBIET · SUBMINIATURRÖHRENFASSUNGEN SYNCHRONE UND NICHTSYNCHRONE ZERHACKER RÖHRENFASSUNGEN · DREHKONDENSATOREN · LAUTSTÄRKEREGLER WELLENSCHALTER UND DRUCKSCHALTER

DIE GANZE WELT KENNT Plessey

Rundfunk- und Fernsehbauteile

PLESSEY INTERNATIONAL LIMITED · ILFORD · ENGLAND

PI II

KURZ UND ULTRAKURZ

4-GHz-Richtfunkstrecken im Aufbau. Zwischen München und Stuttgart wurde Mitte Dezember vergangenen Jahres die erste Richtfunkstrecke im 4-GHz-Bereich (λ = 7,5 cm) mit je einem Hf-Band für ein abgehendes und ein ankommendes Fernsehprogramm in Betrieb genommen. Im Januar wurde die Anlage um zwei weitere Hf-Bänder erweitert; diese erlauben die Übertragung von weiteren 600 Ferngesprächen und bieten außerdem eine Reserve, die entweder für Fernsehprogramme oder für Ferngespräche geschaltet werden kann.

Arbeitskreis Regelungstechnik VDE/VDI. In Hamburg, dem Sitz bedeutender Unternehmen des Schiffs- und Maschinenbaues, der Erdöl-, der chemischen und der elektronischen Industrie, wurde der Arbeitskreis Regelungstechnik VDE/VDI gegründet. Er soll den Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet der Regelungstechnik fördern sowie Vortrags- und Diskussionsveranstaltungen durchführen. Leiter des Ausschusses wurde *Dr.-Ing. P. Thießen*, Dozent an der Ingenieurschule Hamburg; weitere leitende Mitglieder sind die Herren *J. von Bismarck* (Honeywell) und *A. Haidekker* (Valvo).

Fernsehtestbildsendungen in Norddeutschland. Der Norddeutsche Rundfunk (NDR) teilt mit, daß die vom Fachhandel gewünschte Verlängerung der Testbild-Sendezeit wegen der laufenden Reparatur- und Überwachungsarbeiten an den Fernsehsendern nicht möglich ist. Auf Bitten der Servicetechniker wurde dem tagsüber ausgestrahlten Schachbrettmuster eine Grauskala beigegeben, während dem Wunsch nach Ersatz des 1000-Hz-Meßtones zum Testbild durch ein Rundfunk- oder sonstiges Tonprogramm noch nicht entsprochen wurde.

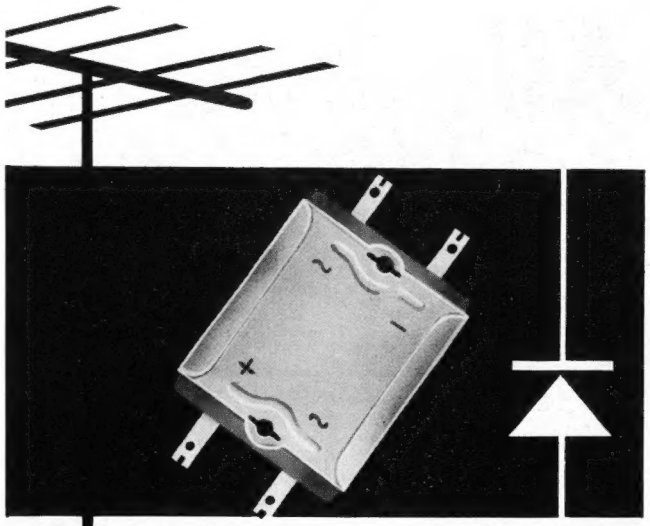
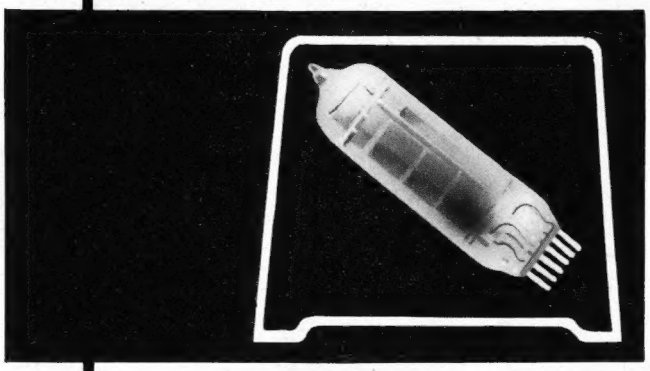
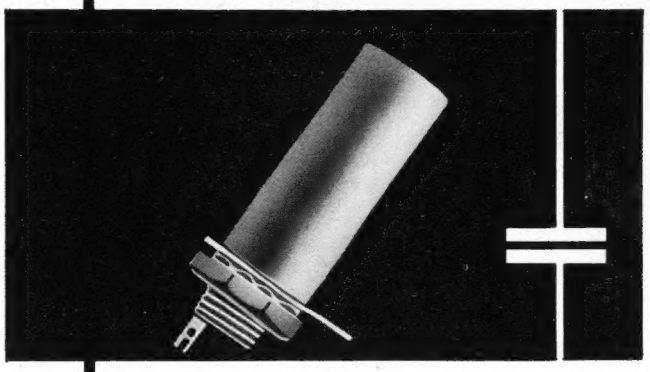
Fernsehumsetzer in Lübeck in Betrieb. Die effektive Strahlungsleistung des Fernseh-Umsetzers in Lübeck wurde am 20. 12. 1957 durch Inbetriebnahme eines Wisi-Umsetzers auf 50 W verstärkt. Eine Abnahmeprüfung durch das Institut für Rundfunktechnik war der Installation vorausgegangen. Der Umsetzer empfängt im Kanal 9 den Fernsehsender Hamburg und strahlt im Kanal 7 mit 10 kHz Offset wieder aus. Durch eine Schaltautomatik wird die Endröhre der Leistungsstufe bei fehlendem Eingangssignal abgeschaltet.

Meteorbahnen als Reflektor für UKW-Sender. Auf kanadischen Vorarbeiten fußend haben Ingenieure von US-amerikanischen Firmen mit dem National Bureau of Standards eine Versuchs-Funklinie über rd. 1500 km mit 20-kW-Sendern im 40-MHz-Bereich errichtet, die ohne Zwischenrelais durch Reflektion des Richtfunkstrahles an ionisierten Meteorbahnen arbeitet. Man überträgt Faksimile-Vorlagen nach einem Speichersystem, wobei der Sender alle Vorlagen pausenlos viele Male hintereinander ausstrahlt, während auf der Empfangsseite jeweils bei „geschlossenem Übertragungskreis" eine fotografische Aufzeichnung erfolgt. Geschlossen ist der Kreis, wenn eine ausreichende Ionisierung der oberen Atmosphäre durch Meteordurchgänge erzielt wird, was im Durchschnitt mehrmals in jeder Minute der Fall ist.

Barium-Titanat-Tonabnehmer. Die General Electric Co. (USA) veröffentlichte Informationen über ihren neuen Tonabnehmer mit einem Auflagegewicht von 0,5 bis 2 Gramm (!). Anstelle des Kristall- oder elektromagnetischen Systems ist eine 0,002 Zoll starke Scheibe aus Barium-Titanat mit 1000 pF Kapazität eingebaut. Die Ausgangsspannung beträgt 40 mV, und die Frequenzcharakteristik ist flach zwischen 20 und 20 000 Hz. Die Resonanz des Systems ist auf 40 kHz geschoben worden.

Die Laufzeit einer **Fernseh-Rundfunkgenehmigung für Vorführzwecke** wurde von der Bundespost auf 2 Wochen (bisher 4 Wochen) herabgesetzt. ✱ Der schwedische Kurzwellendienst erbittet Empfangsbeobachtungen der **deutschsprachigen Sendung auf 7210 kHz, täglich 21 Uhr,** und des Kurzwellensenders Motala auf 7270 kHz. Anschrift: Radio Schweden, Stockholm 7. ✱ Parallel zum **Fernsehsender Biedenkopf** des Hessischen Rundfunks in Kanal 5 arbeitet eine 750-W-Anlage in Kanal 2 vom gleichen Standort aus. Sie soll im Frühjahr auf 20 kW verstärkt werden (vgl. FUNKSCHAU 1957, Heft 22, Kurz und Ultrakurz). ✱ **Der Deutsche Amateur-Radio-Club (DARC)** zählte am Ende seines Geschäftsjahres 1956/57 einschließlich der angeschlossenen Verbände **7948 Mitglieder.** 3868 DARC-Mitglieder besitzen eine Sendelizenz, und im Berichtsjahr wurden 1,04 Millionen QSL-Karten vermittelt. ✱ Ein englischer Fischdampfer wurde versuchsweise mit zwei **Unterwasser-Fernsehkameras** ausgerüstet; mit ihrer Hilfe lassen sich Fischschwärme beobachten. ✱ Im Laufe dieses Jahres wird sich Jugoslawien als **13. Land der „Eurovision"** anschließen. ✱ 125 Millionen Dollar wird der Umsatz an **Halbleitererzeugnissen** im Jahre 1957 erreicht haben. 40 Firmen stellen jetzt Transistoren und Dioden her; die Preise fallen weiter. ✱ Bis Ende 1957 hat die **österreichische Industrie 30 000 Fernsehempfänger** im eigenen Land verkauft. ✱ Der Süddeutsche Rundfunk hat in **Adelsheim/Baden und Gerabronn je einen Mittelwellensender** mit 0,2 kW Leistung auf 1484 kHz = 202 m in Betrieb genommen; der Bayerische Rundfunk hat dagegen den **Mittelwellen-Ortssender Weiden/Opf. stillgelegt,** nachdem große Teile der Oberpfalz und Oberfrankens vom UKW-Sender auf dem Ochsenkopf gut versorgt werden. ✱ **Passau erhielt einen provisorischen Fernsehsender** in Kanal 5, er wird in Kürze in Kanal 7 und dann endgültig in Kanal 9 arbeiten, jeweils mit vertikaler Antennenpolarisation. ✱ **In Australien** soll zwischen den Städten Canberra, Melbourne und Sydney **Koaxialkabel** verlegt werden; auch deutsche Firmen bemühen sich um diese Aufträge. ✱ 1956 erreichte der **Anteil der Bundesrepublik am italienischen Import elektronischer Güter 45 %.** ✱ Nach einer Untersuchung von „infratest" gehen **65 % der deutschen Fernsehteilnehmer weniger oft ins Kino** als vor dem Erwerb ihres Empfangsgerätes. ✱ Das Deutsche Reisebüro (DER) führt vom 14. Februar bis 1. März eine **Studienreise für europäische Rundfunk- u. Fernseh-Kaufleute nach den USA** durch; Preis 4000 DM.

Unser Titelbild: **Der Präsident des DARC, Rudolf Rapke, DL 1 WA, an seiner Kurzwellenstation bei Aufnahmen zu dem Kulturfilm „CQ-DX-Funkamateure" (Real-Film)**

ALLES FÜR DIE
HF / NF - TECHNIK
DURCH SCHNELLVERSAND

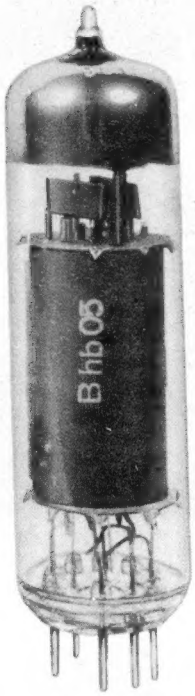
BÜRKLIN

DR. HANS BÜRKLIN · SPEZIALGROSSHANDEL
MÜNCHEN 15 · SCHILLERSTR. 18 · TEL. 550340

NEUE BLAUPUNKT-AUTOSUPER
BESSERE BLAUPUNKT-AUTOSUPER

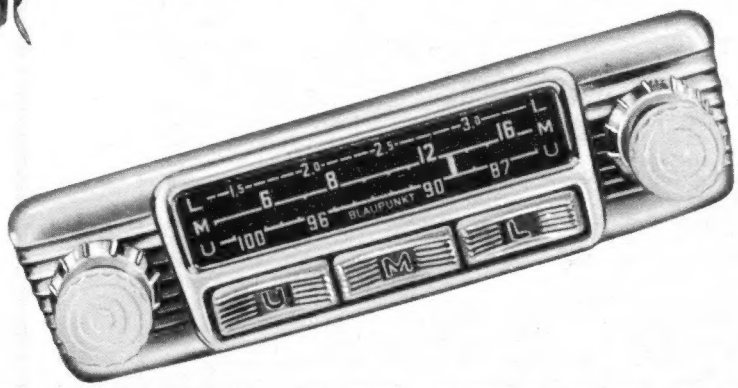
Jetzt ist wieder die Zeit gekommen, wo der weitschauende Rundfunkhändler an das Frühjahrs- und Sommergeschäft denken muß. Was liegt näher, als an den Verkauf der allseits gerühmten Blaupunkt-Autosuper zu denken. Wegen ihrer hervorragenden Empfangseigenschaften, ihrer hohen Betriebsicherheit und nicht zuletzt wegen der für jeden Wagen bereitstehenden Spezialausführung sind die Blaupunkt-Autoradios die beliebtesten und meist gekauften Autoradios Europas. Stets führend im technischen Fortschritt bietet Blaupunkt für die Saison 1958 neben den röhrenbestückten Autoradio-Geräten eine Reihe von neuen Typen mit Transistoren ausgerüstet, bei denen ein separater Stromversorgungsteil fortfällt. Das bedeutet: leichterer Einbau, Stromersparnis, größere Kraftreserve.

Lassen Sie sich von unseren Vertriebstellen über die Beteiligung am Autoradio-Geschäft beraten.



Vorteile des Transistors:

1. **FLACH · RAUMSPAREND**
2. **DREIFACH STÄRKER**
3. **MEHR RESERVEN**



BLAUPUNKT-AUTORADIO

NUN AUCH MIT TRANSISTOREN

Besser und schneller ZUM ZIEL ...

führt der Bildkompaß den Fernsehteilnehmer bei der Einstellung des einwandfreien Fernseh-Bildes. Der Blaupunkt-Bildkompaß macht unabhängig von der subjektiven, meist fehlerhaften Bildeinstellung, so daß die höchste Bild-Qualität jetzt kinderleicht zu finden ist. Eine Reihe von Automatiken sorgt bei den Blaupunkt-Fernsehempfängern für unerschütterlichen Bildstand bei höchst möglicher optischer und akustischer Naturtreue. Gleich hervorragend in Bild und Ton. Hand in Hand mit hoher Betriebsicherheit stehen die Blaupunkt-Fernsehempfänger mit an der Spitze der europäischen Fertigung.

Ihr Vorteil: Blaupunkt-Fernseher schaffen zufriedene Kunden.

BLAUPUNKT-FERNSEHTECHNIK AUF NEUEN WEGEN

Beim MD 403 alles unter einen Hut gebracht!

Es war nicht einfach, die vielen sich teilweise widersprechenden Forderungen bei dem

RICHTMIKROPHON MD 403

zu vereinen. Es ist jedoch gut gelungen. Bitte beachten Sie die folgenden Einzelheiten:

Gehäuse

modernes, ansprechendes und stabiles Metallgehäuse, das trotzdem akustisch sehr durchlässig ist.

Kapsel

witterungsunempfindliches Tauchspulen-System von hoher Präzision und guter Wiedergabequalität.

Mikrophon

als Tisch-, Hand- und Stativmikrophon einsetzbar. Besonders für Hi-Fi-Heimtonaufnahmen geeignet.

Frequenzgang

verläuft außerordentlich gleichmäßig bis 12000 Hz. Leichter Anstieg ab 1000 Hz um 5 dB.

Richteigenschaften

auch bei den tieferen Frequenzen günstig. Auslöschung mindestens 12 dB bei 135°.

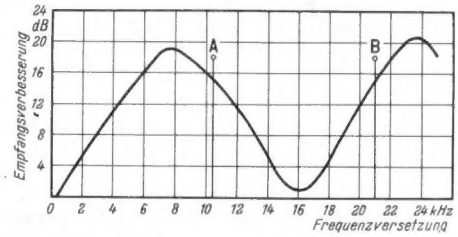
DR.-ING. SENNHEISER BISSENDORF/HANN.

Aus dem FUNKSCHAU-Lexikon

OFFSET-BETRIEB

Dieser Begriff bezeichnet das Versetzen der Trägerfrequenzen von Fernsehsendern bei Gleichkanalbetrieb; er geht auf das englische Wort „offset" = *Abzweigung* oder (im amerikanischen Sprachgebrauch) *Vorsprung geben* zurück.

Sobald zwei oder mehr Fernsehsender im gleichen Kanal die genau gleichen Trägerfrequenzen benutzen, entsteht auf dem Bildschirm eines Empfängers, der ja alle Sender aufnimmt, ein störendes Moiré-Muster. Dessen Sichtbarkeit und damit der Grad der Empfangsstörung kann nun



Das Optimum der Frequenzversetzung bei drei Sendern liegt bei 10,5 und 21 kHz

dadurch vermindert werden, daß man die Sender nicht genau auf der gleichen Trägerfrequenz arbeiten läßt. Die gegenseitige Verschiebung der Trägerfrequenzen ist am wirkungsvollsten, wenn man sie um den Betrag eines ungeraden Vielfachen der halben Zeilenfrequenz (= 15 625 Hz beim 625-Zeilen-Bild) vornimmt. Das ist im Minimum ½ Zeilenfrequenz = rund 7,75 kHz. In der Praxis ist außerdem Rücksicht auf dritte Sender im gleichen Kanal zu nehmen; Versuche ergaben als günstigsten Wert für das Versetzen der Trägerfrequenzen in diesem Falle 10,5 kHz oder $^2/_3$ der Zeilenfrequenz. Man wählt je nach den Verhältnissen + 10,5 kHz oder − 10,5 kHz, so daß sich maximal ein Abstand von 2×10,5 = 21 kHz ergibt. Die erreichbare Empfangsverbesserung beim Versetzen um 10,5 und 21 kHz ist im *Bild* durch die Linien A und B verdeutlicht. Die Angabe „Empfangsverbesserung" bezieht sich auf die Vergrößerung des Störabstandes der Gleichkanalsender am Empfangsort.

Zitate

Zum Hi Fi ist der „Hi-Tri", der „Höhentriller", gekommen, der als Bazillus durch Angabe infektiös übertragen wird und bisher als unheilbar gilt. „Hi-Tri's" sind unter anderem daran zu erkennen, daß sie sich bei schrillsten Zischgeräuschen wohlig im Sessel zurücklehnen und genießerisch die Augen schließen (*Schweizer Schmalfilm 1957*, Heft 10, Seite 311).

Japan hat bereits einige Filmübertragungsanlagen für Farbfernseh-Versuche gekauft und bereitet den Farbfernseh-Versuchsbetrieb vor. Japan wird nach den USA das zweite Land mit Farbfernseh-Werbeprogrammen sein (*Meade Brunet*, Vizepräsident der Radio Corp. of America, auf einer Pressekonferenz anläßlich der Internationalen Handelsmesse in Tokio).

Bei einer einzigen im Jahre 1955 durchgeführten Recherche mußten annähernd 900 Literaturstellen gesichtet werden (Aus einem Bericht über die Tätigkeit der *Alldephi-Literaturstelle* in „Wir bei Philips" VI/57).

Jede moderne Walfangexpedition verwendet elektronische Geräte in einem solchen Umfange, daß mehr als dreitausend Röhren täglich in Betrieb sind (*R. H. Sheppard: Electronics in Whaling*, Brit. Comm. & Electr., Dezember 1956).

Um so bedenklicher ist, daß die Transistorenfertigung in der DDR noch nicht annähernd den gewünschten Stand erreicht hat. Es gibt bei uns heute noch keine einzige Anwendung von Transistoren in der Serienfertigung, da Transistoren eben noch nicht im nennenswerten Umfange produziert werden (*Zum Stand unserer Transistorenfertigung*, Radio u. Fernsehen, Heft 21, Nov. 1957).

Es ist durchaus möglich, Transformatoren zu entwickeln, die in einer Umgebungstemperatur bis zu + 500° C ebenso betriebssicher arbeiten wie bei Zimmertemperatur. Der für die Wicklung benutzte Draht ist mit Glas isoliert, und für den Kern wird Siliziumstahl verwendet (*Solid Circuits*, Wireless World, November 1957, S. 517).

Funkschau

MIT FERNSEH-TECHNIK UND SCHALLPLATTE UND TONBAND
FACHZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER

30. Jahrg. 2. Januar-Heft 1958 Nr. 2

Aus dem Inhalt: Seite

Wandlung des Amateurfunks 29
Das Neueste aus Radio- und Fernsehtechnik: Neue und leistungsfähigere Dauermagnete; Reiseempfänger mit Frischhalte-Regenerierung der Batterien; Neue Fernsehübertragungswagen beim Süddeutschen Rundfunk 30
Frequenzweichen für kombinierte Empfangsantennen 31
Radio-Patentschau 34
Satelliten-Beobachtungen in aller Welt .. 35
Amateurmäßige Funkbeobachtung des ersten Erdsatelliten 36
Abstimmanzeige auf der Fernseh-Bildröhre: Der neue Bildkompaß von Blaupunkt 38
Gegensprechanlage mit Transistorverstärkern 39
Die Berechnung von Drosseln, Netztransformatoren und Nf-Übertragern (1. Fortsetzung) 41
Kleiner Dämmerungsschalter 44
Schallplatte und Tonband:
Die Massenvervielfältigung von Tonbandaufnahmen 45
Dia-Projektor und Tonband 45
Vorführung von Tonbändern alter Spurlage 46
Mangelhaftes Löschen bei Bandaufnahmen 46
Aussteuerungsanzeiger mit Germaniumdiode 46
Illustrierte Schallplatten 46
Klassiker-Volksausgabe auf Philips-Schallplatten 46
FUNKSCHAU-Schaltungssammlung: Philips-FM-Meßgenerator Typ GM 2890 47
Vorschläge für die Werkstattpraxis 49
Fernseh-Service 49
Neue Geräte / Neuerungen / Röhren und Kristalloden / Kundendienstschriften 51
Aus Industrie und Handel 52
Persönliches 52

Dieses Heft enthält außerdem die Funktechnischen Arbeitsblätter:
Wk 11, 2. Ausgabe — Elektrische Eigenschaften von Metallen und Legierungen — Blatt 1 und 2

Weitere Beilage:
RÖHREN-DOKUMENTE Nr. 7

Wandlung des Amateurfunks

Das Amateur-Funkwesen hat sich im Laufe der vergangenen 30 Jahre weitgehend gewandelt. Von den weiten Bereichen der Kurzwellen, die den Amateuren anfangs zur Verfügung standen und auf denen sie als Pioniere tätig waren, sind als Anerkennung der damaligen Verdienste nur noch einige schmale Streifen übrigblieben. Infolge des Bedarfs an Frequenzen für den eigentlichen Nachrichtendienst müssen die Amateure mit Hilfe ihrer Nachrichtenbehörden alle Möglichkeiten ausnutzen, um diese schmalen Bereiche zu behalten. Manche Bänder sind auch bereits durch andere Dienste — berechtigt oder unberechtigt — zusätzlich belegt, so daß der Amateurverkehr oft nur mit Schwierigkeiten abzuwickeln ist.

Entsprechend der Situation hat sich die Technik gewandelt. War es ehemals möglich, mit kleinsten und bescheidensten Anlagen weltweite Verbindungen zu erhalten, so ist dies heute, besonders bei Telefonie, nur mit großem Aufwand möglich. Das technische Bastel-Hobby, dem die Funktechnik in der Anfangszeit mancherlei verdankte, wird bedauerlicherweise nicht mehr von allen Amateuren gepflegt. Ehedem waren die Haupttriebfedern die Freude an der neuen Technik und das Interesse an der Entdeckung immer neuer Verkehrsmöglichkeiten. Heute werden sehr viele Menschen Amateurfunker wegen der Möglichkeit, vom privaten Bereich aus mit allen Ländern der Erde in Verbindung treten zu können. Der Amateurfunk ist sozusagen in weitestem Maße die komfortable Unterhaltung mit Freunden in der Ferne vom eigenen Heim aus geworden, sei es in Morsefunk für die darin Geübten oder in Telefonie in den verschiedensten Sprachen zur Herstellung eines besonderen persönlichen Kontaktes. Die Technik wird heute von vielen Amateuren nur als Mittel zum Zweck angesehen. Entsprechend hat sich auch die Schichtung der Amateure verändert. Sie setzen sich aus allen Berufen und Gesellschaftsschichten zusammen, unter denen auch die Techniker einen großen Anteil bilden.

Die Amateurfunker aller Welt betrachten sich nach wie vor als eine große Familie und halten es für ihr Privileg, gesellschaftlich in einer Form miteinander zwanglos zu verkehren, die im persönlichen Umgang nicht unbedingt üblich ist. In unserer heute so anonymen Welt des persönlichen Einsamseins empfinden die Amateure ihren Funkverkehr mit Gleichgesinnten in weitgehend formloser Art als Entspannung von der Hast und Hetze der Zeit.

Viele Varianten und sportliche Wettbewerbe aller Art bereichern die Betätigungsmöglichkeiten. Reizvoll bleibt für viele die sog. DX-Tätigkeit mit dem Sammeln von Bestätigungen für Funkverbindungen mit möglichst vielen, davon zum Teil sehr selten erreichbaren Ländern. Auch die Tätigkeit auf den Ultrakurzwellenbereichen, die Ausnutzung besonderer Übertragungsmöglichkeiten infolge eigenartigen Verhaltens der Troposphäre und Ionosphäre ist für viele sehr interessant. Dazu kommen Erprobungen neuerer Modulationsverfahren (Schmalbandmodulation, Einseitenbandmodulation usw.) Viele Amateure interessieren sich — wie auch früher — im wesentlichen für die Technik des Funkwesens und machen Verbindungen nur zu dem sekundären Zweck der Bestätigung der Richtigkeit ihrer technischen Überlegungen. Diese Amateure werden auch weiterhin selbst praktisch am Aufbau ihrer Stationsgeräte arbeiten.

Mit der im Laufe der Zeit erfolgten Wandlung des Amateurfunks hat sich eine recht beachtliche Industrie (besonders in Amerika und England) entwickelt, die Geräte und Anlagen hoher Güte bereitstellt, mit denen auch für den weniger technisch Bewanderten ein sicherer Amateurfunkverkehr möglich ist.

Wegen der ständig steigenden Zahl der Amateure und der immer dichter werdenden Belegung der Bänder verschafft sich in erster Linie derjenige Gehör, der über eine gute technische Einrichtung verfügt. Da in den meisten Ländern mit Rücksicht auf die Störung anderer Funkdienste die den Amateuren gestatteten Sendeleistungen beschränkt sind, versucht man vor allem durch Aufbau geeigneter, hochleistungsfähiger Richtantennen das wettzumachen, was an Energie fehlt. Damit stören sich Sender bzw. Empfänger in der Nähe weniger, und die in verschiedenen Richtungen abgestrahlten Frequenzen können sich auch weniger gegenseitig beeinflussen.

Der Amateurfunk ist heute zu einem Hobby — wie es viele andere gibt — geworden, das zudem bei Katastrophen und Notständen wertvolle menschliche Hilfe leisten kann. Der Hauptwert liegt aber darin, daß der Amateurfunk die Menschen über Grenzen und Meere miteinander verbindet und somit zur Verständigung und zum Verstehen untereinander beiträgt. Die Industrie erhält vom Amateurfunk manche Anregungen, und sie findet für den technischen Nachwuchs unter den jungen Amateuren viele, die eine echte Begeisterung für die Technik und ihre Möglichkeiten mitbringen. Infolge der großen Zahl der Amateurfunker in der ganzen Welt (150 000) stellen sie auch bereits einen erheblichen wirtschaftlichen Faktor für die Funk-Industrie dar.

Wir sollten ihnen Beachtung schenken und Hilfe angedeihen lassen, wo es möglich ist.

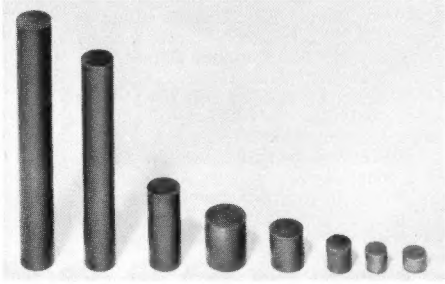
R. Auerbach, DL 1 FK

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer
Verlagsleitung: Erich Schwandt
Redaktion: Otto Limann, Karl Tetzner
Anzeigenleiter u. stellvertretender Verlagsleiter: Paul Walde

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jed. Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- u. Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag u. durch die Post.
Monats-Bezugspreis 2.40 DM (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes 1.20 DM.
Redaktion, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 2, Karlstr. 35. — Fernruf 55 16 25/26/27. Postscheckkonto München 57 58.
Hamburger Redaktion: Hamburg-Bramfeld, Erbsenkamp 22a — Fernruf 63 79 64
Berliner Geschäftsstelle: Bln.-Friedenau, Grazer Damm 155. Fernruf 71 67 68 — Postscheckk.: Berlin-West Nr. 622 66.
Vertretung im Saargebiet: Ludwig Schubert, Neunkirchen (Saar), Stummstraße 15.
Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. — Anzeigenpreise nach Preisliste Nr. 8.
Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe: Ing. Ludwig Ratheiser, Wien.
Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Cogels-Osylei 40. — Niederlande: De Muiderkring, Bussum, Nijverheidswerf 19–21. — Österreich: Verlag Ing. Walter Erb, Wien VI, Mariahilfer Straße 71. — Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).
Alleiniges Nachdruckrecht, auch auszugsweise, für Holland wurde dem Radio Bulletin, Bussum, für Österreich Herrn Ingenieur Ludwig Ratheiser, Wien, übertragen.
Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13b) München 2, Karlstr. 35. Fernsprecher: 55 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

Neue und leistungsfähigere Dauermagnete

Die Güte eines magnetischen Werkstoffes läßt sich durch die Größe des Produktes der Induktion B und der Feldstärke H beim Durchlaufen der Entmagnetisierungskurve bezeichnen. B × H ist die magnetische Energie, die je Volumeneinheit des Werkstoffes in einem Magnetfeld erzeugt werden kann. Geht man von einer verlangten magnetischen Gesamtenergie aus, so vermindert sich mit steigendem Wert $(BH)_{max}$ das Volumen. Neue magnetische Werkstoffe, die in der letzten Zeit sowohl in den Laboratorien der General Electric Co. (USA) als auch in den Philips-Laboratorien in Eindhoven gefunden wurden, gaben Veranlassung, in der Zeitschrift „Philips Technische Rundschau", 1957/58, Heft 1, magnetische Werkstoffe zusammenzustellen, deren Volumen so gewählt wurde, daß die gesamte magnetische Energie für alle Magnete gleich groß ist, auch der Fluß (B × Querschnitt) und die magnetomotorische Kraft (H × Länge) sind gleich.



1 2 3 4 5 6 7 8

Diese acht Magnete besitzen sämtlich die gleiche magnetische Energie $(BH)_{max}$; auch der Fluß und die magnetmotorische Kraft sind gleich. Angaben über die einzelnen Werkstoffe siehe Tabelle

Die Eigenschaften dieser verschiedenen Werkstoffe 1 bis 8, deren Entwicklung im Jahre 1880 begann, sind in der *Tabelle* aufgeführt. Der Größenvergleich ist im *Bild* dargestellt. Der erwähnte, von der General Electric Co. gefundene neue Werkstoff ist eine Kobalt-Platinlegierung, die einer Wärmebehandlung unterzogen wurde, bei der eine Ordnung des Kristallgitters erfolgt. $(BH)_{max}$ konnte auf 9×10^6 Gauß × Oersted gesteigert werden – allerdings verhindert der sehr hohe Preis des Materials eine breite Anwendung. Jetzt gelang es den Philips-Laboratorien, den früher entwickelten Stahl „Ticonal X" durch Verwendung hochreiner Werkstoffe wie Nickel, Eisen, Aluminium, Kobalt, Titan und Kupfer, durch gerichtete Erstarrung der Legierung (magnetische Vorzugsrichtung) und Schmelzen in einer schützenden Atmosphäre so zu verbessern, daß $(BH)_{max}$ auf 11×10^6 Gauß × Oersted gesteigert werden konnte (Nr. 8 im Bild). Der neue Werkstoff heißt „Ticonal XX", er ist bislang nur in Laboratoriumsmengen hergestellt worden.

-r

Reiseempfänger mit Frischhalte-Regenerierung der Batterien

Unter der Bezeichnung *„Bajazzo 8"* hat *Telefunken* seinen Batteriesuper mit UKW mit einer Reihe von Verbesserungen herausgebracht. Die wesentlichen Veränderungen sind: 1. Umstellung auf eine Gegentaktendstufe mit zwei DL 94 mit etwa 1 W Sprechleistung, 2. Steigerung der UKW-Empfindlichkeit durch eine Schaltungsänderung im UKW-Kästchen, die dessen Verstärkung um den Faktor 2 erhöht, 3. Das bisherige Batterie - Regeneriersystem wurde durch eine zusätzliche *Frischhalte-Regenerierung* so vervollkommnet, daß die Anodenbatterie je nach Type und Betriebsart bis zu 600 Empfangsstunden leistet. Damit kostet eine Betriebsstunde nur 3 Pfennig.

Die Batterie-Regenerierung geht während des Betriebes des Empfängers am Netz vor sich. Dabei werden durch eine besondere Schaltung genau dosierte Ströme abgezweigt, die sämtliche im Gerät angeschlossenen Trockenbatterien in entgegengesetzter Richtung des Entladestromes durchlaufen. Sie heben nicht nur den durch die Lagerzeit bedingten Batterieabbau auf, sondern bewirken auch einen teilweisen Wiederaufbau der durch die Entladungen abgebauten Zellenstoffe. Der positive Pol des Elements wird von dem teilweise reduzierten Mangandioxyd gesäubert, wodurch hochaktive Manganoxyde (Braunstein) als Depolarisator wieder zur Verfügung stehen. Gleichzeitig wird der Elektrolyt von den während der Entladung und Lagerung gebildeten Zinksalzen befreit, deren Zinkgehalt teilweise wieder auf dem Zinkbecher niedergeschlagen wird. Gleichzeitig wird auch die Oxydhaut auf der Zinkwand reduziert. Bei Luftsauerstoffbatterien ist der Regenerieffekt besonders deutlich, weil die Aktivkohle durch den Stromdurchgang mit Sauerstoff angereichert wird, was eine Steigerung ihrer Wirkung als Depolarisator ergibt.

Das Gerät ist mit einer Anodenbatterie mit 90 V Spannung ausgestattet. Der Heizstrom wird von einer Deac-Zelle D 4,5 geliefert. Beim Batteriebetrieb kann die Endleistung des Gerätes zur Schonung der Batterien durch Umschalten mit einer Taste auch nur teilweise in Anspruch genommen werden. Mit Hilfe eines besonderen Stromversorgungsgerätes kann der Empfänger an die Autobatterie angeschlossen werden.

Nr. im Bild	Jahr der Entdekkung	Bezeichnung	Magnetische Eigenschaften					Abmessungen der Magnete			Bemerkungen
			B_{rem} in Gauß	H_{koerz} in Oersted	im optimalen Arbeitspunkt: B in Gauß	H in Oersted	$(BH)_{max}$ in 10^6 Gauß × Oersted	Ø in mm	Länge in mm	Gewicht in g	
1	1880	Kohlenstoffstahl	10000	50	5400	48	0,26	19	136	294	
2	1900	Wolframstahl	11000	70	6000	56	0,34	18	115	225	fast identisch mit Chromstahl
3	1917	Kobaltstahl 35 % (Honda)	9200	240	6000	150	0,90	18	43	83	anfangs sehr teuer (wegen Kobaltgehalt)
4	1933	NiAl-Legierung (Mishima)	6100	480	4050	260	1,05	22	25	69	japanische Entwicklung
5	1936	Ticonal II	6300	780	5300	340	1,80	19	19	37	
6	1938	Ticonal G (anisotrop)	13000	580	10000	500	5	14	13	14,5	Legierung aus Nickel, Kobalt, Aluminium, Kupfer, Eisen mit Titanzusatz
7	1949	Ticonal GG (kristallorientiert)	14500	720	13000	640	8,3	12	10	8,5	mit Kristall-Vorzugsorientierung. Größere Mengen halten einen Wert $(BH)_{max}$ von ~ 7×10^6 Gauß × Oersted
7a	1953	Ticonal X (hohe Koerzität)	9000	1250	5000	900	4,5	19,5	7,2	16	nicht im Bild gezeigt
8	1956	Ticonal XX[1])	11800	1315	9200	1200	11.0	14,7	6	7	(siehe Text)

[1]) Nur in Laboratoriumsmengen hergestellt

Neue Fernseh-Übertragungswagen beim Süddeutschen Rundfunk

Der Süddeutsche Rundfunk hat einen Fernseh-Zug in Betrieb genommen, der wegen der Straßenverhältnisse im Sendebereich auf zwei Fahrzeuge mittlerer Größe aufgeteilt wurde. Der Aufbau der Übertragungseinrichtungen erfolgte auf zwei Büssing-Trambus-Fahrgestelle von je 4,5 t, die eine besonders günstige Raumausnutzung ermöglichten.

Der elektrische Innenausbau beider Fahrzeuge wurde von der Siemens & Halske AG ausgeführt. Der FÜ 1 ist als Regiewagen eingerichtet. In ihm geht ein Regietisch über die ganze Breite des Fahrzeuges, an dem der Toningenieur, der Regisseur und die Bildmischerin Platz finden. Das Fahrzeug enthält zehn Mikrofonkanäle, die über eine Ton-Mischwanne auf einen oder zwei getrennte Ausgänge arbeiten können. Für den Fernsehbetrieb sowie für die synchrone Tonaufzeichnung bei Filmaufnahmen stehen zwei durch Pilot-Ton gesteuerte Magnetophone M 5 und zwei Minicord-Geräte zur Verfügung. Eine umfangreiche Kommandoanlage sowie eine Playback-Einrichtung und eine Konferenzschaltungsmöglichkeit mit mehreren Fernseh - Übertragungswagen anderer Stationen sichern die vielseitigste Verwendungsmöglichkeit des Fahrzeuges.

Der FÜ 2 dient als Kamerakontroll- und Endkontrollwagen. Er enthält quer zur Fahrrichtung in Gestellen die Verstärker- und Kontrollorgane für drei Kamerazüge auf Teleskopschienen, dazu noch weitere Geräte wie Taktgeber, Impulsverteiler, Bildmischer, BAS-Verteiler usw. Außer den fest eingebauten Kamerazügen ist der wahlweise Anschluß eines eingebauten Vidikon-Filmabtasters oder einer Vidikon-Kamera möglich. Fremde Bildquellen können angeschlossen und gemischt werden.

Frequenzweichen für kombinierte Empfangsantennen

Von Dr. A. Renardy

In dem folgenden Beitrag werden das Prinzip und die wichtigsten Formeln für Frequenzweichen von UKW-Antennen in einer für den Praktiker bestimmten Form erläutert, ohne dabei auf die verwickelten mathematischen Beziehungen der Siebketten-Theorie einzugehen. Zum Schluß werden die Daten einer Frequenzweiche für das UKW-Rundfunkband und das Fernsehband III gegeben.

Je mehr Frequenzbänder im Meter- und Dezimeterbereich für Rundfunk und Fernsehen in Benutzung genommen werden, um so schwieriger gestaltet sich das Antennenproblem, weil in diesen Bereichen mit abgestimmten Antennen gearbeitet wird, während im Kurz-, Mittel- und Langwellenbereich aus naheliegenden Gründen die unabgestimmte Empfangsantenne gebräuchlich ist. Jede der abgestimmten Antennen würde eine besondere Ableitung benötigen, wenn es nicht Mittel und Wege gäbe, trotz verschiedener Bereiche (Band I, II und III) eine gemeinsame Ableitung zu verwenden. Der gemeinsame Nenner der abgestimmten Antennen für verschiedene Frequenzbereiche, der Antennenableitungen und Empfängereingänge ist der *Anpassungswiderstand*, der normalerweise 60 Ω beträgt, wenn Koaxialkabel verwendet wird, und 240 Ω bei Bandkabel. Dieser Widerstandswert tritt als Fußpunktwiderstand der Antenne, als Impedanz des verwendeten Ableitungskabels und als Eingangswiderstand des angeschlossenen Empfängers auf.

Frequenzweichen aus Hoch- und Tiefpaßfiltern

In einer Anordnung nach *Bild 1* wird die Empfangsspannung eines Fernsehsenders im Band III über ein Hochpaßfilter auf das gemeinsame Bandkabel mit der Impedanz 240 Ω gegeben und vor dem Empfängereingang durch ein gleiches Filter wieder entnommen. Die an der anderen Antenne hervorgebrachten Empfangsspannungen von UKW-Rundfunksendern im Band II gelangen über ein Tiefpaßfilter zur gemeinsamen Ableitung und werden ihr nahe dem Empfängereingang durch ein Tiefpaßfilter wieder entnommen.

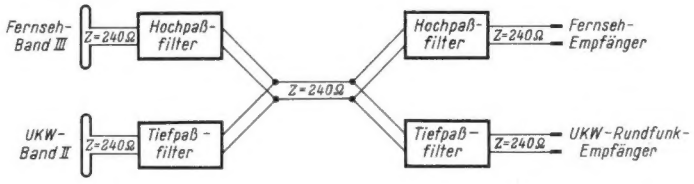


Bild 1. Schema des Anschlusses von Frequenzweichen

Die Hochpaßfilter lassen Frequenzen des Bandes III durch und sperren solche des Bandes II. Umgekehrt sperren die Tiefpaßfilter Frequenzen des Bandes III und lassen die des Bandes II durch. Da das Bandkabel an seinen beiden Enden mit einem Widerstand von 240 Ω abgeschlossen sein muß, der vom Fußpunktwiderstand der Antenne und vom Eingangswiderstand des Empfängers gebildet wird, muß die Eingangs- und Ausgangsimpedanz der Hoch- und Tiefpaßfilter ebenfalls 240 Ω betragen.

Durch die Verzweigung der Leitungen vom Bandkabel zu den Filtern tritt keine Impedanzwandlung ein, denn das Hochpaßfilter besitzt nur für Frequenzen des Bandes III und höhere eine Impedanz von 240 Ω; für Band II ist seine Impedanz sehr groß und deshalb parallel zur Impedanz des Tiefpaßfilters zu vernachlässigen. Tatsächlich liegen zwei Widerstände von je 240 Ω parallel, doch ist jeder von ihnen nur in einem bestimmten Frequenzgebiet wirksam, so daß für eine einzelne Frequenz im Band III oder II die Impedanz stets 240 Ω beträgt.

Allerdings verursacht die Zusammenschaltung von je zwei Hoch- und Tiefpaßfiltern an ein Kabel eine Dämpfung, die nötigenfalls durch einen aperiodischen Breitbandverstärker ausgeglichen werden muß. In der Regel dürfte es aber so sein, daß durch günstige Aufstellung einer kombinierten Antenne für die Bänder II und III so hohe Empfangsspannungen gewonnen werden, daß trotz der Dämpfung durch gemeinsame Ableitung gegenüber den in den Empfängern eingebauten Antennen ein wesentlicher Gewinn übrigbleibt.

Beide Empfänger, der Fernsehempfänger und der UKW-Empfänger, können ständig angeschlossen bleiben, weil ihr Eingangswiderstand Kabel und Filter richtig abschließt, doch dürfte es nicht ratsam sein, beide Geräte gleichzeitig zu betreiben. Durch die Verbindung der beiden Eingänge würde es beispielsweise trotz Strahlungssicherheit des UKW-Empfängers nicht gelingen, Oberwellen des UKW-Oszillators vom Eingang des Fernsehempfängers fortzuhalten.

Tiefpaßfilter

Die einfachste Form eines Tiefpaßfilters, wie es in der Anordnung nach Bild 1 verwendet werden kann, zeigt *Bild 2a*. Hier liegt die Spule L im Zuge der oberen Verbindung vom Eingang zum Ausgang, der Kondensator C befindet sich zwischen den beiden Leitungen. Wie *Bild 2b* erkennen läßt, werden Frequenzen unterhalb der sog. Grenzfrequenz f_g durchgelassen, weil der induktive Widerstand der Selbstinduktionsspule L für sie nicht ins Gewicht fällt und der kapazitive Widerstand des Kondensators C sehr groß ist. Dieser Zustand ändert sich aber grundlegend, wenn induktiver und kapazitiver Widerstand ungefähr gleiche Größe erreichen.

Diejenige Frequenz, bei der sie gleich groß sind, bezeichnet man als Grenzfrequenz. Bei ihr tritt am Ausgang des Filters von der am Eingang herrschenden Spannung $\mathfrak{U}$ nur mehr der durch das Produkt $\mathfrak{U} \cdot 0{,}707$, das sind rund 70 %, gegebene Bruchteil auf. Dabei sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Kurve Bild 2b nur gilt, wenn Eingang und Ausgang des Filters mit dem Wellenwiderstand Z abgeschlossen sind, von dem im nächsten Abschnitt die Rede ist. Im Leerlauf stellt eine Anordnung nach Bild 2a einen Serienresonanzkreis dar, der eine Resonanzkurve aufweist.

Zur Berechnung eines solchen Tiefpaßfilters wird zweckmäßig davon ausgegangen, daß seine Eingangsimpedanz Z_e gleich seiner Ausgangsimpedanz Z_a sein muß und beide gleich der Impedanz Z des angeschlossenen Bandkabels sein müssen:

$$Z_e = Z_a = Z = \sqrt{\frac{L}{C}} \qquad (1)$$

Bei der erwünschten Grenzfrequenz f_g muß der induktive Widerstand der Spule L des Filters gleich dem kapazitiven Widerstand des Kondensators C des Filters sein:

$$2\pi \cdot f_g \cdot L = \frac{1}{2\pi \cdot f_g \cdot C} \qquad (2)$$

Die Auflösung dieser Gleichung nach f_g ergibt die bekannte Thomsonsche Gleichung:

$$f_g = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}, \qquad (3)$$

wobei sich f_g in Hertz ergibt, wenn L in Henry und C in Farad eingesetzt werden.

Die Grenzfrequenz f_g ließe sich mit einer beliebig großen Zahl von Werten für L und C erreichen, wenn jeweils nur die Bedingung erfüllt wäre, daß das Produkt von L und C immer den gleichen Wert ergäbe. Aus den zahlreichen möglichen Werten für L und C sind diejenigen herauszusuchen, die den Bedingungen der Formel (1) genügen, d. h. der Wert von L und C muß derart sein, daß die Wurzel aus dem Quotienten Z ergibt.

Eine einfache Überlegung führt zu diesem Ziel. Zur Vermeidung von Reflexionen müssen Bandkabel, Antenne und Empfängereingang mit einem Wirkwiderstand von der Größe Z abgeschlossen sein. Da eine Spule oder eine Kapazität als Abschluß einen induktiven bzw. kapazitiven Blindwiderstand darstellen würden, kombiniert man beide, so daß bei f_g die Phasenverschiebung durch den induktiven Widerstand R_L vom kapazitiven Widerstand R_C ausgeglichen wird. Es muß also sein

$$Z = R_L = R_C$$

$$Z = R_L = 2\pi \cdot f_g \cdot L$$

$$L = \frac{Z}{2\pi \cdot f_g} \qquad (4)$$

$$Z = R_C = \frac{1}{2\pi \cdot f_g \cdot C}$$

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f_g \cdot Z} \qquad (5)$$

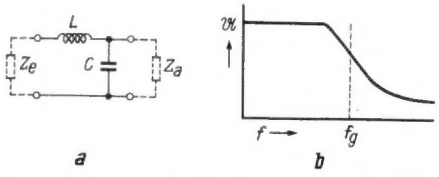


Bild 2. Einfaches Tiefpaßfilter mit Durchlaßkurve

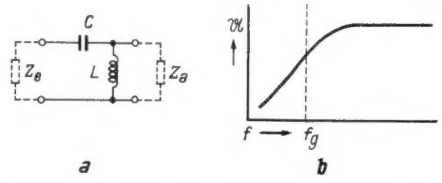


Bild 3. Einfaches Hochpaßfilter mit Durchlaßkurve

Hochpaßfilter

Die einfachste Form eines Hochpaßfilters zeigt *Bild 3a*. Hier liegt der Kondensator C im Zuge der oberen Leitung und die Spule L zwischen beiden Leitungen. Für tiefe Frequenzen bietet C einen hohen kapazitiven Widerstand und L einen geringen induktiven Widerstand; tiefe Frequenzen werden je tiefer um so weniger durchgelassen. Von der Frequenz an, bei der der

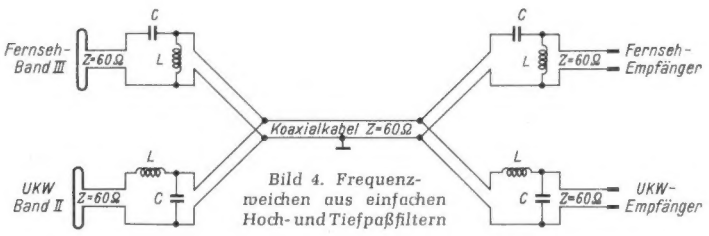
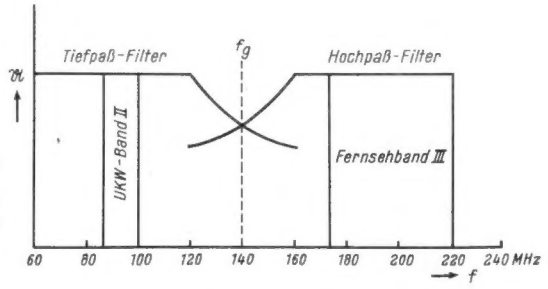


Bild 4. Frequenzweichen aus einfachen Hoch- und Tiefpaßfiltern



Rechts: Bild 5. Durchlaßkurve einer Frequenzweiche mit der Grenzfrequenz 140 MHz

kapazitive Widerstand von C gleich dem induktiven von L ist, ändert sich das Bild. Jetzt ist der kapazitive Widerstand gering und der induktive groß. Es ergibt sich die in *Bild 3b* gezeigte Durchlaßkurve.

Bei der Grenzfrequenz f_g ist der induktive Widerstand von L gleich dem kapazitiven von C, so daß zur Berechnung von f_g die Formeln (2) und (3) herangezogen werden müssen. Die erforderlichen Größen von L und C werden nach (4) und (5) berechnet. Man erkennt, daß bei gleicher Grenzfrequenz Spulen und Kondensatoren von Hoch- und Tiefpaßfiltern gleiche elektrische Größen aufweisen. Der Unterschied zwischen beiden Arten von Filtern liegt allein in der vertauschten Lage von L und C.

Einfache Frequenzweiche für Koaxialkabel

Mit den bisher gewonnenen Erkenntnissen läßt sich eine Anordnung nach *Bild 4* verstehen und berechnen. Alle dabei verwendeten Spulen L sind untereinander gleich, was auch bei den Kondensatoren C der Fall ist. Gegenüber der Anordnung Bild 1 besteht allerdings ein Unterschied. Statt 240 - Ω - Bandkabel wird Koaxialkabel verwendet, das die Impedanz von 60 Ω aufweist. Infolgedessen muß der Fußpunktwiderstand der beiden Antennen und der Eingangswiderstand der beiden Empfänger ebenfalls 60 Ω betragen. Die vier eingezeichneten Filter sind unsymmetrisch aufgebaut, wie es auch bei den zuvor besprochenen der Fall ist; ein in einer Leitung zwischen Eingang und Ausgang liegendes Schaltelement kommt in der anderen nicht vor. Das wäre im vorliegenden Falle aber auch nicht angebracht, weil ein Leiter des Koaxialkabels, der Mantel, geerdet ist. Die Bezeichnung Z = 60 Ω an den Dipolantennen soll andeuten, daß der symmetrische Faltdipol auf 60 Ω unsymmetrisch transformiert wurde.

Die Wirkung der nach Bild 4 zusammengeschalteten Hoch- und Tiefpaßfilter stellt *Bild 5* recht anschaulich dar. Beide Arten von Filtern weisen die gleiche Grenzfrequenz f_g auf, nämlich 140 MHz. Am Ausgang des Tiefpaßfilters treten Frequenzen kleiner als 140 MHz mit erheblicher Spannung auf, so daß hier der UKW-Empfänger für das Band 88...100 MHz angeschlossen wird, während die Frequenzen höher als 140 MHz am Ausgang des Hochpaßfilters erhebliche Spannungen hervorbringen; hier ist der im Bereich 174...216 MHz arbeitende Fernsehempfänger anzuschließen.

Es erhebt sich die Frage, ob auf die gleiche Art nicht Antennen verschiedenen Fußpunktwiderstandes und Empfänger unterschiedlichen Eingangswiderstandes zusammengeschaltet werden können. Grundsätzlich gibt es auch für diesen Fall eine Lösung, wenn nämlich der von der Impedanz des Kabels und der Filter abweichende Fußpunkt- oder Eingangswiderstand auf die Impedanz des Kabels transformiert wird. Über die dabei zur Verfügung stehenden Mittel gibt die im Literaturverzeichnis angeführte Arbeit von *O. Limann* erschöpfend Auskunft. Allerdings ergibt sich die für die Praxis schwerwiegende Frage, ob das Maß der Dämpfung noch tragbar ist, selbst wenn es gelingen sollte, die Transformation reflexionsfrei zu gestalten.

Vielgliederige Tiefpaßfilter

In der Praxis werden Filter aus je einer Spule und einem Kondensator kaum verwendet, weil es durch die Zusammenschaltung mehrerer solcher Glieder verhältnismäßig einfach gelingt, die Flanke des abfallenden Astes der Durchlaßkurve eines Filters steiler zu gestalten und den Unterschied zwischen durchtretender und gesperrter Spannung beiderseits der Grenzfrequenz zu vergrößern. Man verwendet Filter, die nach *Bild 6* geschaltet sind, wobei Bild 6a ein unsymmetrisches Tiefpaßfilter aus drei Spulen und zwei Kondensatoren, Bild 6b und 6c symmetrische Filter aus sechs bzw. acht Spulen und zwei bzw. drei Kondensatoren zeigen.

Zur Berechnung solcher Filter geht man zweckmäßig von der Überlegung aus, wie die Impedanz von Bandkabel zustande kommt und wie sie gemessen wird. Formel (1) läßt erkennen, daß der Wert der Impedanz gleich der Wurzel aus dem Bruch ist, der die Selbstinduktion L der Leitungen des Kabels als Zähler und die Größe der Kapazität C zwischen beiden Leitungen als Nenner hat. Nach *Bild 7* wird die Kapazität C zwischen den Leitern eines Stückes Bandkabel gemessen, wobei das vom Kapazitätsmeßgerät abgewandte Ende offen bleibt. Mit dem Selbstinduktionsmeßgerät wird L bei geschlossenem Ende gemessen. Es ist Sache der Hersteller, der Stärke der Leiter und ihren Abstand unter Berücksichtigung der Dielektrizitätskonstante des Isolators so zu bemessen, daß die geforderte Impedanz erreicht wird. Ihr Wert ist unabhängig von der Länge des jeweils verwendeten Kabels, weil die Werte von L und C mit der nach Formel (1) geforderten Proportionalität steigen oder fallen.

Der in Bild 7 zwischen die beiden Leitungen geschaltete Kondensator C läßt erkennen, daß die zwischen den Leitern auftretende Kapazität um seinen Wert vergrößert wird. In der gleichen Weise wird die Selbstinduktion im unteren Beispiel um die der Spule L vergrößert. Wird aber ein Kondensator geeigneter Größe zwischen beide Leitungen gelegt und eine Spule geeigneter Größe in eine der Leitungen, so heben sich ihre Wirkungen auf die Größe der Impedanz des Kabels auf. Die Selbstinduktion der Spule vergrößert den Zähler des Bruches in der Formel (1), die Kapazität des Kondensators C den Nenner. Ist nun der induktive Widerstand der Spule gleich dem kapazitiven Widerstand des Kondensators, so werden Zähler und Nenner des Bruches um den gleichen Betrag größer, der Wert des Bruches und damit die errechnete Impedanz bleiben gleich. Mit Hilfe dieser einfachen Überlegung gelingt es ohne weiteres, beliebige vielgliedrige Hoch- und Tiefpaßfilter zu berechnen.

In Bild 6a wird mit Größen von L und C gearbeitet, die sich aus den Formeln (4) und (5) ergeben. Dabei wird die errechnete Selbstinduktion von L als Einheit betrachtet und die der errechneten Kapazität C ebenfalls. Denkt man sich die linken Anschlüsse des Filters mit einem Bandkabel verbunden, dessen anderes Ende kurzgeschlossen ist, und die rechten Anschlüsse mit einem Selbstinduktionsmeßgerät, so erkennt man, daß die Spulen mit der Selbstinduktion des Kabels in Reihe liegen. Zu letzterer kommen noch vier Einheiten L hinzu, da die linke Spule eine Einheit, die mittlere zwei Einheiten und die rechte wieder eine Einheit aufweist. In der angeschriebenen Gleichung stehen diese vier Einheiten L auf dem Bruchstrich. Macht man nun die zwei Querkondensatoren je zwei der errechneten Kapazitätseinheit groß, so erscheinen im Zähler des Bruches 4 C. Nun läßt sich die 4

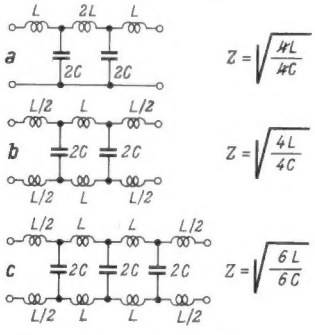


Bild 6. Vielgliedrige Tiefpaßfilter

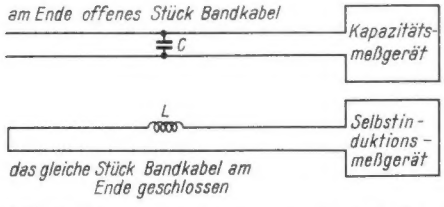
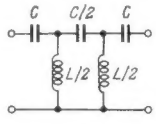


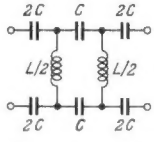
Bild 7. Schema der Messung von L und C bei Bandkabeln



$$\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C} + \frac{2}{C} + \frac{1}{C} = \frac{4}{C}; \quad C_{ges} = \frac{C}{4}$$

$$\frac{1}{L_{ges}} = \frac{2}{L} + \frac{2}{L} = \frac{4}{L}; \quad L_{ges} = \frac{L}{4}$$

$$Z = \sqrt{\frac{L \cdot 4}{4 \cdot C}} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$



$$\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{2C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{2C} + \frac{1}{2C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{2C}$$

$$= \frac{1}{C}\left(\frac{1}{2} + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 1 + \frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{1}{C_{ges}} = \frac{4}{C}; \qquad C_{ges} = \frac{C}{4}$$

Bild 8. Zweigliedriges Hochpaßfilter in unsymmetrischer und symmetrischer Ausführung

im Zähler und Nenner kürzen, d. h. die Impedanz hat sich nicht geändert.

Man kann den Vorgang auch so auffassen, daß der Phasenwinkel zwischen Eingang und Ausgang des Filters bei der Grenzfrequenz nicht geändert werden darf. Wenn die Spulen den Winkel zwischen Spannung und Strom um einen bestimmten Betrag verändern, so müssen die Kondensatoren eine gleich große Veränderung in entgegengesetzter Richtung vornehmen. Das ist aber nur der Fall, wenn der induktive Widerstand der Summe aller Selbstinduktionen gleich dem kapazitiven Widerstand der Summe aller Kapazitäten ist.

Die Teilbilder 6b und 6c lassen ohne Schwierigkeit erkennen, wieviele Einheiten von L längs und wieviele C quer geschaltet werden müssen, damit sich der Wert des Bruches unter der Wurzel und damit die Impedanz nicht ändert. Allerdings kann dieses Spiel der Zusammenschaltung von Spulen und Kondensatoren nur in der Theorie beliebig fortgesetzt werden. In der Praxis erreicht in solchem Falle die Dämpfung sehr bald eine untragbare Höhe vor allem deshalb, weil es nicht gelingt, Spulen ohne ohmschen Widerstand aufzubauen; dagegen fallen die Verluste der Kondensatoren bedeutend weniger ins Gewicht.

Vielgliederige Hochpaßfilter

Zur Berechnung vielgliedriger Hochpaßfilter muß analog den Tiefpaßfiltern vorgegangen werden. Nach *Bild 8* liegen die Kondensatoren C in Reihe mit der Kapazität des angeschlossenen Kabels und die Spulen L parallel zur Selbstinduktion des Kabels. Infolgedessen müssen in diesem Falle in Formel (1) die Gesamtkapazität und die gesamte Selbstinduktion der Spulen nach den angeschriebenen Formeln eingesetzt werden; sind die Divisoren in Zähler und Nenner des Bruches gleich, so fallen sie durch Kürzung fort, und der Wert der Impedanz wird nicht beeinflußt. In Bild 8 ist ein zweigliedriges Hochpaßfilter in unsymmetrischer und symmetrischer Ausführung dargestellt. Bei der symmetrischen Ausführung werden anstelle eines Kondensators C zwei Kapazitäten von der Größe 2 C angeordnet, die dann in Reihe liegend wiederum den Wert C ergeben. Durch Addieren der Leitwerte von C und L ergeben sich die in Bild 8 dargestellten Gleichungen. Dabei bleibt der Wert $Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ wiederum gleich.

Resonanzkreisfilter

Die bisher behandelten Hoch- und Tiefpaßfilter sowie Filterketten machen von der Frequenzabhängigkeit des induktiven Widerstandes von Spulen und des kapazitiven Widerstandes von Kondensatoren Gebrauch. Daneben bieten sich aber auch der Serien- und Parallelresonanzkreis als frequenzabhängige Widerstände zum Aufbau von Frequenzweichen an. Vor allem dann, wenn drei abgestimmte Antennen durch eine gemeinsame Ableitung mit drei Empfängern verbunden werden sollen, kommt man ohne Resonanzkreis nicht aus. Sollen nur Band I und Band III empfangen werden, so genügen Hoch- und Tiefpaßfilter. Kommt Band II hinzu, so erhebt sich die Frage, wo die Grenzfrequenz liegen soll. In solchem Falle kommt man mit Resonanzkreisfiltern besser zurecht. Als Beispiel dafür möge die Zusammenschaltung von drei Antennen an ein 60-Ω-Koaxialkabel nach *Bild 9* dienen. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, erkennt man, daß neben Hoch- und Tiefpaßfiltern zur Zusammenschaltung der Antennen für Band II und III vier Parallel- und zwei Serienresonanzkreise verwendet werden, um diese beiden Antennen mit der für Band I zusammenzufassen. Ebenso wie bei den Hoch- und

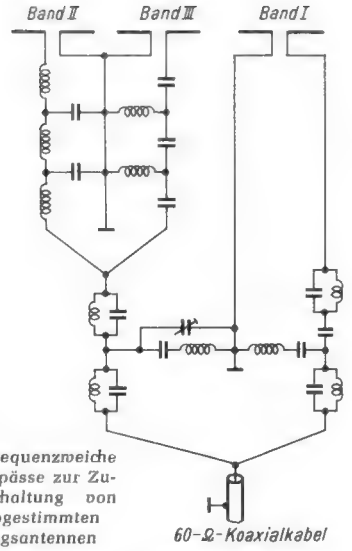


Bild 9. Frequenzweiche und Bandpässe zur Zusammenschaltung von drei abgestimmten Empfangsantennen

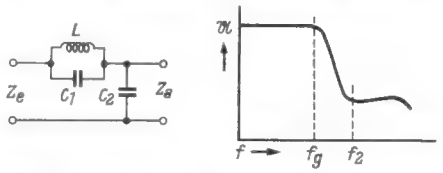


Bild 10. Einfaches Tiefpaß-Doppelsieb mit Durchlaßkurve

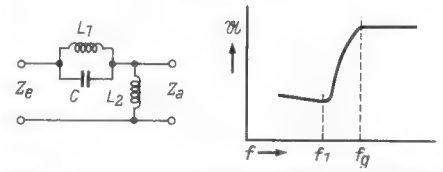


Bild 11. Einfaches Hochpaß-Doppelsieb mit Durchlaßkurve

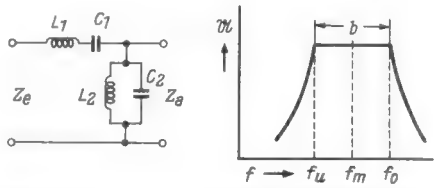


Bild 12. Einfacher Bandpaß mit Durchlaßkurve

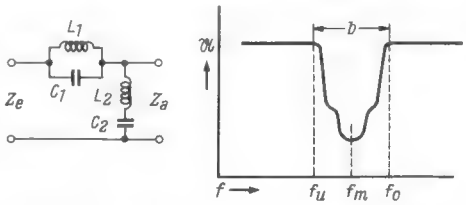


Bild 13. Einfache Bandsperre mit Durchlaßkurve

Tiefpaßfiltern lassen sich so komplizierte Anordnungen, wie sie Bild 9 zeigt, auf verhältnismäßig wenige einfache Elemente zurückführen.

Tiefpaß-Doppelsieb

Nach *Bild 10* kann das einfache Tiefpaßfilter dadurch verbessert werden, daß an die Stelle der Spule der Parallelresonanzkreis L/C_1 tritt. Dabei sind L/C_1 auf die Frequenz f_2 abgestimmt, die höher liegt als die Grenzfrequenz f_g, auf die der Serienresonanzkreis L/C_2 abgestimmt ist. Durch das Doppelsieb wird der Abfall der Flanke (von f_g nach f_2) steiler. Dabei hat man es in der Hand, das Verhältnis von f_g zu f_2 zu wählen; zweckmäßig beträgt es etwa 0,95 bis 0,8. Unter dieser Voraussetzung lassen sich die Größen der Schaltelemente nach den folgenden Formeln berechnen[1]):

[1]) Die Berechnung der Werte L und C erfolgt wie in Bild 6 und 8 nach den Gleichungen in der Formelsammlung für den Radiopraktiker, Radio-Praktiker-Bücherei Band 68/70.

$$L = \frac{Z}{\pi \cdot f_2} \quad (6) \qquad C_1 = \frac{1}{4\pi \cdot f_2 \cdot Z} \quad (7)$$

$$C_2 = C_1 \left[\left(\frac{f_2}{f_g} \right)^2 - 1 \right] \quad (8)$$

Hochpaß-Doppelsieb

Analog dem Aufbau des Tiefpaß-Doppelsiebs nach Bild 10 verfügt das Hochpaß-Doppelsieb nach *Bild 11* über den Resonanzkreis L_1/C. Dadurch wird im vorliegenden Falle die Vorderflanke (von f_1 bis f_g) steiler. Der Kreis L_1/C ist auf die Frequenz f_1 abgestimmt, während C mit L_2 einen Serienresonanzkreis bildet, der auf f_g abgestimmt ist. Wird das Verhältnis $f_1 : f_g$ auch diesmal etwa 0,95 bis 0,8 gewählt, so gelten für die Berechnung der Einzelteile folgende Formeln:

$$L_1 = \frac{Z}{\pi \cdot f_1} \quad (9) \qquad C = \frac{1}{4\pi \cdot f_1 \cdot Z} \quad (10)$$

$$L_2 = \frac{1}{C \left[1 - \left(\frac{f_1}{f_g} \right)^2 \right] \cdot (2\pi f_g)^2} \quad (11)$$

Bandpaß und Bandsperre

Durch die Kombination je eines Serien- und eines Parallelresonanzkreises können Filter aufgebaut werden, die entweder nur einen bestimmten Frequenzbereich, das Band, durchlassen und alle anderen Frequenzen sperren, oder die alle Frequenzen mit Ausnahme derjenigen eines bestimmten Bereichs, des Bandes, durchlassen. Dabei wird die Frequenz, die das Band nach unten begrenzt, mit f_u bezeichnet, die, die es nach oben begrenzt, mit f_o und die Mittelfrequenz zwischen f_u und f_o mit f_m. Die Differenz zwischen f_o und f_u ist die Bandbreite b.

$$f_m = \sqrt{f_o \cdot f_u} \qquad b = f_o - f_u$$

Beim Bandpaß nach *Bild 12* liegt der Reihenresonanzkreis L_1/C_1 zwischen den beiden oberen Verbindungen, der Parallelresonanzkreis L_2/C_2 zwischen beiden Leitungen. Unter der in allen vorliegenden Fällen geltenden Bedingung, daß $Z_e = Z_a = Z$, der Impedanz der anzuschließenden Elemente, ist, gelten zur Berechnung der Einzelteile die folgenden Formeln:

$$L_1 = \frac{Z}{2\pi \cdot b} \quad (12) \qquad L_2 = \frac{Z \cdot b}{2\pi \cdot f_u \cdot f_o} \quad (13)$$

$$C_1 = \frac{b}{2\pi \cdot Z \cdot f_u \cdot f_o} \quad (14)$$

$$C_2 = \frac{1}{2\pi \cdot Z \cdot b} \quad (15)$$

Bei der Bandsperre nach *Bild 13* liegt der Parallelresonanzkreis zwischen den oberen Verbindungen und der Serienresonanzkreis zwischen den beiden Leitungen; gegenüber dem Bandpaß sind die Kreise vertauscht. Die Berechnung der Einzelteile erfolgt nach den Formeln:

$$L_1 = \frac{b \cdot Z}{2\pi \cdot f_u \cdot f_o} \quad (16) \qquad L_2 = \frac{Z}{2\pi \cdot b} \quad (17)$$

$$C_1 = \frac{1}{2\pi \cdot Z \cdot b} \quad (18)$$

$$C_2 = \frac{b}{2\pi \cdot Z \cdot f_o \cdot f_u} \quad (19)$$

Ein praktisches Beispiel

Zum Schluß seien genaue Angaben über eine Frequenzweiche gemacht, die nach *Bild 14* geschaltet und dimensioniert ist. Über ihre Wirkungsweise gibt Bild 5 einen

Antennen-Weichen

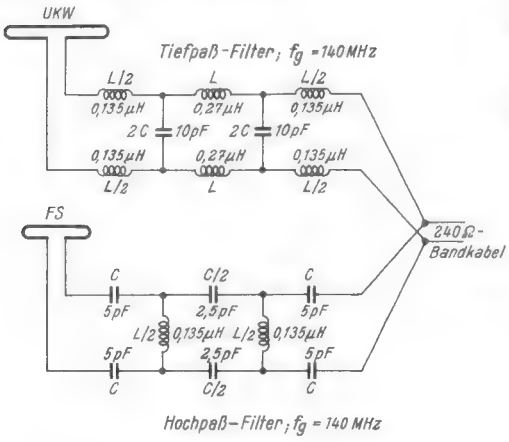


Bild 14. Dimensionierungsbeispiel für eine Frequenzweiche

anschaulichen Überblick. Es handelt sich um eine Weiche, durch die eine UKW-Antenne für das Band II (88...100 MHz) mit dem Fußpunktwiderstand von 240 Ω und eine Fernsehantenne für das Band III (174...216 MHz) mit dem Fußpunktwiderstand von 240 Ω an ein als gemeinsame Antennenableitung dienendes Bandkabel mit der Impedanz von 240 Ω angeschlossen werden. Grenzfrequenz der Weiche ist 140 MHz, d. h. eine Frequenz, die ungefähr gleichen Abstand von der oberen Grenze des Bandes II und der unteren Grenze des Bandes III hat. Alle Spulen sind aus Kupferlackdraht von 0,4 mm Durchmesser Windung an Windung auf einem Kern von 4 mm Durchmesser gewickelt; die Windungen sind durch Lack miteinander verbunden, so daß die Spulen ihre Form halten. Eine Einheit der Kapazität C beträgt 4,8 pF, eine Einheit der Selbstinduktion L ist 0,27 µH; eine Spule der genannten Art von acht Windungen verkörpert eine Einheit der Selbstinduktion.

Am Ende des Bandkabels liegt genau die gleiche Weiche, deren Eingänge kreuzweise mit dem Kabel verbunden sind, wie es Bild 1 und Bild 4 erkennen lassen. Der Ausgang des Tiefpaßfilters führt zum Eingang des UKW-Empfängers, der Ausgang des Hochpaßfilters zum Eingang des Fernsehempfängers.

Weitere Beispiele aus der Praxis

Sollen zwei Fernsehsender, die in verschiedenen Richtungen zum Empfangsort

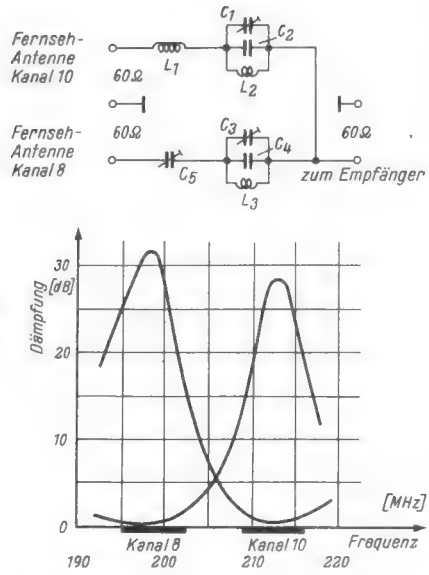


Bild 15. Sperrkreisfilter für zwei Antennen in verschiedenen Fernsehkanälen des Bandes III

liegen, aufgenommen werden können, so sind dazu zwei abgestimmte, gerichtete Antennen erforderlich. Liegen die Frequenzen der beiden Sender mindestens zwei Kanäle auseinander, so können die beiden Antennen durch eine Anordnung nach *Bild 15* zusammengeschaltet und mit einer gemeinsamen Ableitung ausgestattet werden. In jeder der Leitungen von einer Antenne zur gemeinsamen Ableitung liegt ein Parallelresonanzkreis, der auf die Frequenz des anderen Kanals abgestimmt ist und diese sperrt.

Der Verlauf der Dämpfungskurven läßt erkennen, daß der Kreis $L_2/C_1/C_2$ etwa auf die Frequenz von 198 MHz, d. h. die Frequenzmitte des Kanals 8, der Kreis $L_3/C_3/C_4$ etwa auf 213 MHz, d. h. die Mitte des Kanals 10, abgestimmt ist. Die Kurven lassen ferner erkennen, daß durch ein derartiges Filter eine Dämpfung von etwa 30 dB eintritt. Das Filter wird durch Koaxialkabel mit dem Fernsehempfänger verbunden. Eine zweite solche Anordnung nahe dem Empfängereingang ist nicht erforderlich, weil der Kanalschalter des Tuners jeweils auf den zu empfangenden Sender eingestellt wird.

Sollen Rundfunk, Fernsehen in Band I, UKW-Rundfunk in Band II und Fernsehen in Band III aufgenommen werden können, so ist eine Kombination von Parallel- und Serienresonanzkreisen erforderlich, wie sie *Bild 16* zeigt. Der Verlauf der Dämpfungskurven läßt die Frequenzen der vier Parallelresonanzkreise erkennen. Die beiden Serienresonanzkreise haben die Aufgabe, für unerwünschte Frequenzen einen Kurzschluß zu bilden.

Ausschließlich aus Serienresonanzkreisen aufgebaut ist eine Frequenzweiche nach *Bild 17*, die die Aufgabe hat, die von den Antennen über eine Weiche an die gemeinsame Ableitung gelieferten Frequenzen auf die entsprechenden Empfängereingänge zu verteilen.

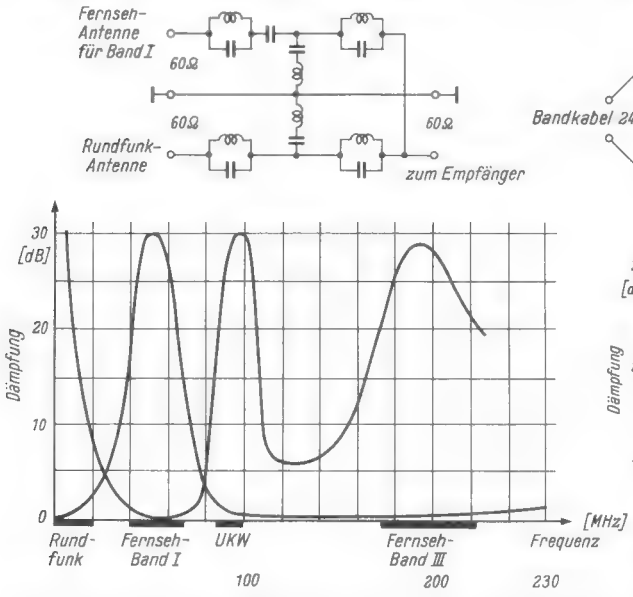


Bild 16. Filter zur Kombination von Antennen für alle Bänder

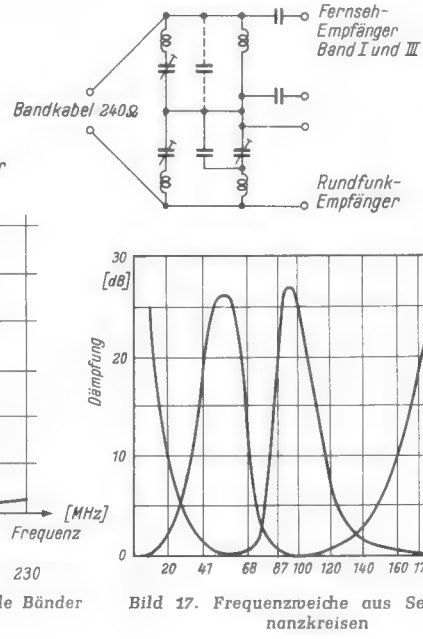


Bild 17. Frequenzweiche aus Serienresonanzkreisen

Schrifttum

F. Bergtold: Antennen-Taschenbuch. Berlin 1955

O. Limann: Fernsehtechnik ohne Ballast, Kap. 12 – Hochfrequenzleitungen und Fernsehantennen. Franzis-Verlag, München

H. G. Mende: Anpaß- und Verbindungstechnik moderner Antennen. FUNKSCHAU 1954, Heft 12, Seite 239

Ohne Verfasser: Antennenweiche für UKW und Fernsehen. FUNKSCHAU 1954, Heft 22, Seite 468

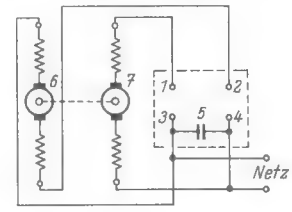
G. Rose: Formelsammlung für den Radio-Praktiker. Radio-Praktiker-Bücherei Nr. 68/70, Franzis-Verlag, München

RADIO-Patentschau

Unterdrückung von Rundfunkstörungen bei Universalmotoren verschiedener Spannungen

Deutsche Patentschrift 946 299; Telefunken GmbH, Berlin, 30. 11. 1937

Bei Universalmotoren zum Anschluß an verschiedene Spannungen mit zwei Kommutatoren 6 und 7 und zwei Ankerwicklungen,

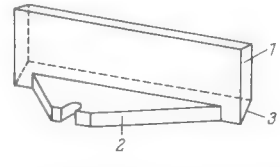


die je nach der Netzspannung in Reihe oder parallel geschaltet werden, sind die Feldwicklungen in vier Teile aufgeteilt und, wie das *Bild* zeigt, geschaltet. Werden die Klemmen 1 und 2 verbunden, so ergibt sich eine Reihenschaltung; werden Klemmen 1 mit 3 und 2 mit 4 verbunden, so entsteht eine Parallelschaltung. Die entstörende Wirkung der aufgeteilten Feldwicklungen, die mit Entstörkondensator 5 zusammenwirken, ist dabei stets gewahrt.

Beleuchtung einer Skalenplatte aus durchsichtigem Material

Deutsche Patentschrift 944 739; N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, 9. 2. 1952

Um bei einer mit Flutlicht erleuchteten Skalenplatte Material verwenden zu können, das zwar billig aber nicht hitzebeständig ist, wird das Licht, wie das *Bild* zeigt, der Skalenplatte 1 über ein Zwischenstück 2 aus hitzebeständigem Material zugeführt. Die Unterseite der Skalenplatte muß dann bei 3 zur Reflexion des Lichtes abgeschrägt sein.



Satelliten-Beobachtungen in aller Welt

Als „Sputnik I" am 4. Oktober vergangenen Jahres am Himmel erschien und die Nachrichtenagentur Tass in der ersten Meldung über den Abschuß u. a. die Arbeitsfrequenzen der beiden eingebauten Sender (40,002 und 20,005 MHz) bekanntgab, zeigten sich die westlichen Funkbeobachtungsstationen überrascht; zum Teil waren sie für eine regelmäßige Überwachung der 40-MHz-Frequenz nicht ausgerüstet. Amerikanische Stellen hatten das Minitrack-Ortungsverfahren zur Bahnermittlung für die Frequenz 108 MHz vorbereitet; das ist die vorgesehene Frequenz des amerikanischen Erdtrabanten.

Diese Überraschung war im Grunde unnötig, denn bereits in der *Juni-Ausgabe* der russischen Fachzeitschrift „Radio" (Auflage: 206 000) hatten zwei Beiträge über den bevorstehenden Abschuß der Erdsatelliten gestanden; darin wurde wörtlich ausgeführt: „Es werden zwei Radiosender eingebaut mit Frequenzen von ungefähr 20 und 40 MHz; die Leistung wird ungefähr 1 W betragen. Diese Sender werden während einer langen Zeit arbeiten (die Dauer der Sendungen ist durch die Lebensdauer der Batterien begrenzt). Die von den Satellitensendern ausgehenden Zeichen werden Telegrafiestrichen ähneln und zwischen 0,05 und 0,7 Sekunden lang sein, wobei das Zeichen des einen Senders in die Pause des zweiten fallen wird."

Viele Exemplare dieser Zeitschrift kamen damals nach dem Westen, u. a. veröffentlichte die Royal Society im August 1957 in London einige Angaben aus beiden Artikeln, jedoch blieben sie unbeachtet.

Nachstehend bringen wir einige Details aus der ausländischen Fachpresse über Erfahrungen beim Empfang der Sputnik-Signale.

Wireless World

Im Mullard Radio-Astronomie-Oberservatorium Cambridge wurde u. a. der Doppler-Effekt der Funksignale untersucht. Man überlagerte die empfangene Frequenz 40,002 MHz mit einem stabilen örtlichen 40-MHz-Oszillator und verglich die resultierende Niederfrequenz von 2 kHz mit einem genau geeichten und absolut stabilen, auf 2 kHz eingestellten Nf-Generator. Die sich ausbildende Schwebung ist ein direktes Maß für die Frequenzverschiebung (Dopplereffekt), die ihrerseits wesentliche Anhaltspunkte für die relative Geschwindigkeit des Satelliten zur Empfangsstation liefert; letztere bewegt sich mit der Erdrotation von West nach Ost, während der Satellit sich mit ungefähr 18facher Schallgeschwindigkeit von Nordwest nach Südost oder Südwest nach Nordost bewegt. Eine typische Messung während verschiedener Durchläufe ist in *Bild 1* gezeigt. In Cambridge wurden solche Meßergebnisse zusammen mit Beobachtungen am Interferometer (*Bild 2*) verarbeitet, wobei man die Bahn des Satelliten bezüglich Inklination mit ± 10 Bogenminuten, die Umlaufzeit mit ± 0,3 Sekunden und die Höhe in den Punkten größter Erdnähe und größter Erdferne mit ± 10 km genau bestimmen konnte.

Als die Funksignale schwächer wurden und dann ausblieben, wurde das für radioastronomische Beobachtungen gebaute Radioteleskop in Jordrell Bank bei Manchester (vgl. FUNKSCHAU 1957, Heft 20, Seite 552) als Radargerät eingesetzt. Man benutzte wahlweise zwei Sender. Der erste arbeitete mit 10 kW Impulsspitze auf 36 MHz mit 150 µs Impulslänge und einer Impulsfolge von 75 pro Sekunde, der zweite mit der gleichen Leistung auf 120 MHz, mit einer Impulslänge von 2 ms und einer Impulsfolge von 10 oder 20 pro Sekunde. Die Richtkeule des 76-m-Spiegels hat eine Öffnung von nur 2°...3° bei 120 MHz, und der Bündelungsgewinn ist 6500. Man konnte Sputnik I über 1400 km weit verfolgen. Mit einem anderen Radargerät (3000 MHz Arbeitsfrequenz; Richtkeule von 0,5°) konnte der Trabant bis 1300 km Entfernung aufgefaßt werden.

O. J. Russel, G 3 BHJ, beobachtete ähnlich wie die Funkempfangsstation der BBC in Tatsfield, daß das 20-MHz-Signal des Satelliten auf verschiedenem Wege zum Empfänger gelangt, so daß die Hörbarkeit pro Umlauf auf 30...35 Minuten anstieg, d. h. der Satellit befand sich bei der ersten Hörbarkeit, die teilweise mit großer Lautstärke einsetzte, definitiv unter dem Horizont. In *Bild 3* wird eine Erklärung dieser Erscheinung versucht.

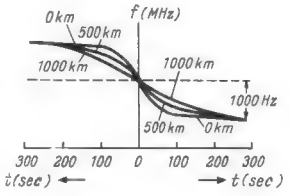


Bild 1. Änderung der Empfangsfrequenz 40,002 MHz über die Zeit, wenn sich der Satellit dem Empfangsort nähert und sich wieder entfernt. Die Kurven betreffen drei Entfernungen: 0 km = Satellit überfliegt genau den Empfangsort, 500 km = er passiert in 500 km Entfernung, 1000 km = er passiert in 1000 km Entfernung (nach russischen Beobachtungen)

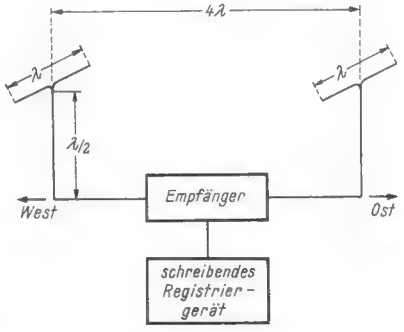


Bild 2. Prinzip der Interferometer-Empfangsanlage für 40 MHz in Cambridge; sie wurde aus einer 38 MHz-Anlage für die Beobachtung von Radiosternen entwickelt

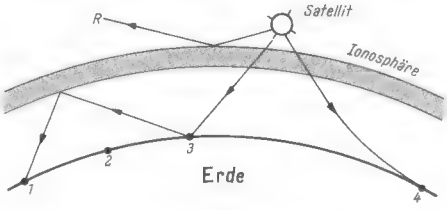


Bild 3. Verschiedene Wege des 20-MHz-Signals. Im Augenblick hat nur der Empfänger 3 direkten Empfang; Empfänger 2 liegt in der toten Zone der reflektierten Welle, während Empfänger 1 indirekten Empfang hat. Empfänger 4 kann die Signale noch aufnehmen, weil in diesem Falle die Welle durch Refraktion in ihrer Reichweite vergrößert wird R = freie Raumstrahlung durch rückwärtige Beugung an der Ionosphäre

Radio och Television

Im Novemberheft dieser in Stockholm erscheinenden Zeitschrift wird die in *Bild 4* dargestellte Schaltung eines Kurzwellenvorsatzgerätes veröffentlicht, das jeden normalen Kurzwellenempfänger für die Frequenzen 30 MHz...120 MHz einrichtet. Dieser Schaltungsvorschlag kann von jedem erfahrenen Kurzwellenamateur beliebig abgeändert werden. Eine Triode EC 92 arbeitet als Hf-Vorverstärker in Gitterbasisschaltung und eine Doppeltriode ECC 81 als Misch- und Oszillatorstufe. Es folgen eine Pentode EF 80 als Zf-Stufe und eine weitere Triode EC 92 als Anpassung für den folgenden Kurzwellenempfänger. Die Zwischenfrequenz ist breitbandig zwischen 9 und 11 MHz ausgelegt, und der nachgeschaltete Empfänger soll zweckmäßig auf eine Frequenz in der Nähe von 10 MHz abgestimmt sein. Dieses Gerät muß aber eingangsseitig sehr gut abgeschirmt werden, damit auf seiner Empfangsfrequenz keine Sender direkt einstrahlen, und auch die Verbindung zwischen Vorsatz und Empfängereingang darf kein Leck haben.

Es ist anzunehmen, daß weitere russische Satelliten die Frequenz bei 40 MHz, die amerikanischen Satelliten aber die Frequenz 108 MHz benutzen werden. Daher ist der Empfänger für 30 bis 60 MHz und 60 bis 120 MHz ausgelegt; die Spulendaten gehen aus der *Tabelle* auf Seite 36 hervor.

Electronics

Die Amerikaner hatten für den Start und die Beobachtung des eigenen Satelliten (Unternehmen „Vanguard" = „Vorhut") zwei Beobachtungsorganisationen vorbereitet. Die eine nennt sich „Moonwatch" (Mondwacht) und soll den Satelliten optisch verfolgen, die zweite ist das Minitrack-System für die Funkbeobachtung mit Empfängern und speziellen Richtantennen.

Die 108-MHz-Frequenz des Satelliten amerikanischer Bauart wird mit insgesamt sieben Antennen aufgenommen, die zusammen eine Minitrack-Station bilden. Das Prinzip ist in *Bild 5* dargestellt. A_1 und A_2 sind Antennen für die Messung der Phasendifferenz der Empfangsfrequenz; beide Antennen müssen einen Abstand gleich dem geradzahligen Vielfachen der Wellenlängen (hier rd. 3 m) haben. Sie werden wegen des unterschiedlichen Abstandes zum Satelliten von den Signalen daher zu verschiedenen Zeiten getroffen und aus dieser Phasendifferenz läßt sich die Richtung des Satelliten gemäß der in Bild 5 eingeschriebenen

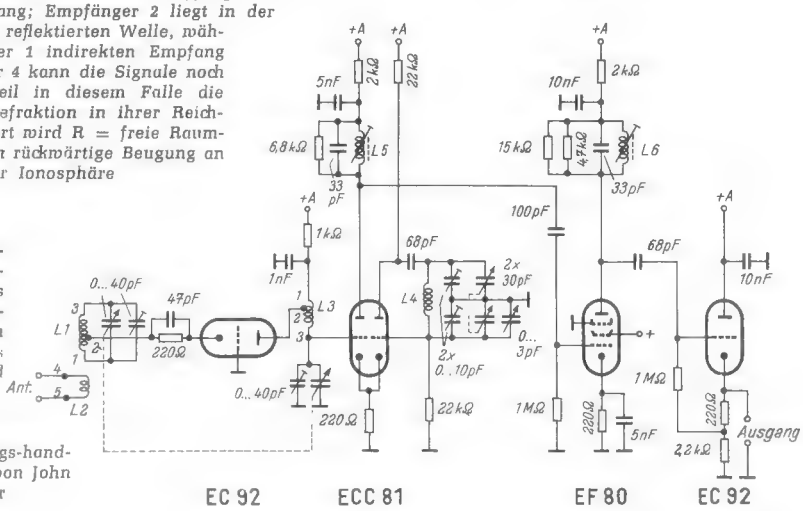


Bild 4. Schaltung eines Kurzwellenvorsatzes mit auswechselbaren Spulen für 30 MHz bis 60 MHz und 60 MHz bis 120 MHz. Schaltung nach „Kortvags-handboken, del I" von John Schröter

Satelliten-Beobachtungen

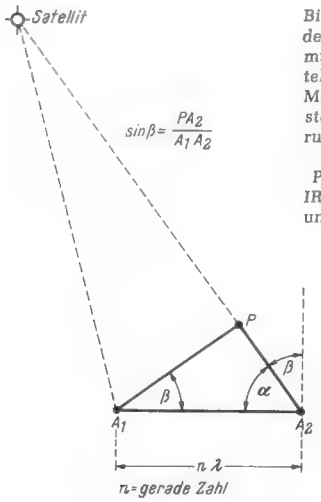


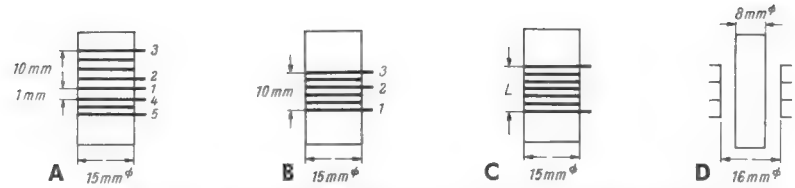
Bild 5. Prinzip der Ortsbestimmung des Satelliten mit dem Minitrack - System; Erläuterungen siehe Text (nach Proc. of the IRE, Juni 1956, und radio mentor)

Formel berechnen. Zwei gekreuzte Antennenpaare erlauben dann eine Ortsbestimmung im Raum. Eine solche einfache Anordnung ergibt aber Mehrdeutigkeit, so daß dieser Nachteil durch Zusatzantennen wieder aufgehoben werden muß. Die Antennen sind auf einer Fläche von 180 × 180 m aufgebaut, der Antennengewinn ist 16 dB. Es läßt sich berechnen, daß der Satellitensender auf Grund der bekannten Empfängerdaten und der Antennenaufnahmefähigkeit im Minimum nur 2 mW abstrahlen muß – immer bezogen auf 108 MHz.

Die Daten beider Beobachtungsketten sollten in einem elektronischen Rechenzentrum bei Cap Caneveral (Florida) ausgewertet werden; hier hatte die IBM im Auftrag der Naval Research Laboratories ein Rechengerät vom Typ 704 aufgestellt. Die Minitrack - Beobachtungsgeräte waren alle für 108 MHz ausgelegt und für eine Satellitenbahn ausgerichtet, die die Erde zwischen dem 35. Breitengrad Nord und dem 35. Breitengrad Süd umzieht. Vier Tage nach dem Start von „Sputnik I" waren die zehn Minitrack-Empfangsstationen auf 20 und 40 MHz umgestellt, und man machte die Erfahrung, daß die Frequenz 20,005 MHz für das Orten des Satelliten ungünstig war; in einem Falle wurde diese Frequenz während 45 Minuten, das ist während eines halben Erdumlaufes, beobachtet. Es handelt sich dabei wahrscheinlich um die in *Bild 3* dargestellten Erscheinungen. Eine exakte Ortung war damit unmöglich gemacht.

Immerhin arbeitete das Rechenzentrum während 64 Stunden mit gutem Ergebnis; in dieser Zeit führte es 2 Milliarden Rechenoperationen aus und bestimmte die Umlaufzeit und den jeweiligen „Fahrplan" des Satelliten mit sehr großer Genauigkeit. Drei exakte Positionsangaben vom Satelliten genügen, um das Rechengerät richtig einzuweisen; es wird dann möglich sein, durch Zurückverfolgen der Bahn den Abschußort zu ermitteln.

Karl Tetzner



Wickelangaben für die Spulen L 1 bis L 6 im Kurzwellenvorsatz gem. Bild 4

Spule	Bild	Daten			Bemerkungen
L 1/L 2	A	30... 60 MHz	1–2: 2 Wdg. 2–3: 6 Wdg. 4–5: 3 Wdg.	Blankdraht 0,7 mm ⌀	Auswechselbare Spulen
		60...120 MHz	1–2: 1,5 Wdg. 2–3: 3,5 Wdg. 4–5: 2 Wdg.	Blankdraht 1 mm ⌀	mit 6-mm-Hf-Eisenkern
L 3	B	30... 60 MHz	1–2: 4 Wdg. 2–3: 6 Wdg.	Blankdraht 0,7 mm ⌀	dsgl.
		60...120 MHz	1–2: 2 Wdg. 2–3: 3 Wdg.	Blankdraht 1 mm ⌀	
L 4	C	30... 60 MHz	10 Wdg.	Blankdraht 1 mm ⌀ L = 20 mm	dsgl.
		60...120 MHz	4 Wdg.	Blankdraht 1 mm ⌀ L = 8 mm	
L 5	D		21 Wdg.	Lackdraht 0,8 mm ⌀	mit 6-mm-Hf-Eisenkern
L 6			24 Wdg.	Lackdraht 0,8 mm ⌀	

Amateurmäßige Funkbeobachtung des ersten Erdsatelliten

Am 4. Oktober 1957 wurde der erste künstliche Trabant in Rußland gestartet. Sein Volumen betrug 0,102 m³, sein spez. Gewicht 0,82. Die beiden Bordsender arbeiteten auf den Nennfrequenzen 20,005 MHz und 40,002 MHz an zwei symmetrischen Dipolantennen von 4,8 m und 5,8 m Länge. Für Radarortungen bot sich demnach ein Objekt von der scheinbaren Ausdehnung 4,8 × 5,8 m.

Die optische Lokalisierung ist bekanntlich nur bei dem Zusammentreffen mehrerer Voraussetzungen möglich, so daß sich zunächst die Funksignale zur Untersuchung anboten, zumal ein Versuch der Auswertung mit amateurmäßigen Mitteln besonders reizvoll erscheint.

Die Amateurstationen DL 1 EE, DL 1 EO, DJ 1 NI und DJ 2 ZJ haben sich in Lauf/Pegnitz zu einer Interessengemeinschaft zusammengeschlossen und vom 5. bis 27. Oktober 1957 Funkbeobachtungen durchgeführt, deren Ergebnisse dem Max-Planck-Institut für Physik der Stratosphäre in Weißenau zugeleitet wurden.

1. Die registrierten Funksignale

Die Wahl der Frequenzen war günstig, denn für die kürzere Wellenlänge konnten in erster Linie quasioptische Ausbreitungsbedingungen angenommen werden, während für die längere vorwiegend Überreichweiten zu erwarten waren, deren gleichzeitige Beobachtung mit der kürzeren Welle gewisse Rückschlüsse auf die Ionosphäre zuläßt. Es hat sich gezeigt, daß von den fünfzehn täglichen Umläufen zehn bis elf auf 20 MHz aufzunehmen waren, aber auf 40 MHz nur acht bis zehn Durchgänge gehört wurden. Die theoretische Hörbarkeit bei quasioptischer Ausbreitung würde täglich fünf Durchgänge betragen, sofern der Beobachtungsort zwischen 65° nördlicher und 65° südlicher Breite liegt.

Leider war in Lauf die Frequenz 40 MHz zeitweise gestört, da der Kanal von anderen Diensten belegt ist. Die Beobachtungen mußten im wesentlichen auf 20 MHz beschränkt werden.

Der Satellit wurde durch Radio Moskau mit einer Buchstabenkennung angekündigt, die von DL 1 EE während der ersten Durchgänge gehört worden ist. Ab 5. Oktober erschienen auf beiden Frequenzen periodische Peilzeichen von 0,4 Sekunden Dauer, und zwar so, daß beide Sender wechselweise getastet wurden, was auch eine optimale Belastung der Bordbatterie ermöglicht. Am 7. Oktober trat um 18.50 MEZ eine Unterbrechung ein, dann erschien Dauerstrich und anschließend eine Zahlengruppe, die nach dem Geben eines Fragezeichens wiederholt wurde. Ein Dauerstrich konnte ferner am 8. Oktober um 01.20 MEZ gehört werden, aber der folgende Durchgang kam um 02.55 MEZ mit normalen Peilzeichen an. Sie waren im Laufe der Zeit kürzer geworden, ihre Dauer betrug etwa 0,3 Sekunden. Ab 11. Oktober 22.13 MEZ wurden die Peilzeichen nach unseren Beobachtungen endgültig von einem Dauerton abgelöst, der in der Folge mit periodischen Schwankungen von fünf Sekunden Dauer auftrat. Wir nehmen an, daß der Körper in fünf Sekunden um eine Achse rotiert und führen die Intensitätsschwankungen auf Drehung der Polarisationsebene zurück. An den folgenden Tagen hatten die Sendungen wiederholt ausgesetzt, und seit dem 26. Oktober 1957 sind die Batterien gemäß einer Nachrichtenmeldung erschöpft. Aber noch am Tag darauf wurde in Lauf von 10.38 MEZ bis 10.50 MEZ ein weiterer Durchgang aufgenommen. Der Dauerton kam sehr schwach an, und es scheint auch die Vermutung berechtigt, daß Antenne oder Endstufe beschädigt sind.

2. Untersuchung der Struktur der Signale

Im Beobachtungszeitraum sind in Lauf 31 Einzelbeobachtungen nach Zeit und Frequenz registriert worden. Die Signale mehrerer Durchgänge wurden auf Tonband aufgezeichnet und auf einem Streifenschreiber festgehalten (Siemens - Dämpfungsschreiber nach Neumann).

Zunächst war der rauhe Ton bemerkenswert, der mit t 5 klassifiziert werden kann. Eine Analyse zeigte, daß Impulstastung angewendet wurde, wobei die Zeichen aus einer Anzahl einzelner Impulse von unterschiedlicher Dauer zusammengesetzt waren. Nach zeitlicher Dehnung (im Verhältnis 1 : 6) mit Hilfe eines zweiten Tonbandgerätes lassen sich die Peilzeichen in getastete Impulsfolgen auflösen, die als Morsezeichen lesbar sind. Wir können aber nicht entscheiden, ob diesen Impulsfolgen ein Nachrichteninhalt zugeordnet ist, oder ob es sich um eine bedeutungslose Nebenerscheinung handelt. Allerdings wurde jetzt bekanntgegeben, daß physikalische Meßwerte über das Verhältnis von Tastzeit zu Tastpause übermittelt worden sind. Die Temperatur im Inneren des mit Stickstoff gefüllten ersten Satelliten hat sich bekanntlich um 100° C zwischen Sonneneinstrahlung und Erdschatten geändert.

Die Struktur der Peilzeichen ist auch auf den Diagrammen des Dämpfungsschreibers erkennbar, aber die Trägheit des Schreibwerkes ist zu groß, um die Impulsfolgen aufzulösen. In *Bild 1* ist als Beispiel ein Ausschnitt der Registrierung vom 7. Oktober 19.01 MEZ gezeigt, und zwar mit dem Papiervorschub 10 mm/sec und 50 mm/sec. Der Schreiber registrierte die Nf-Spannung am Ausgang des ungeregelten Empfängers. Die Signale liegen im Mittel 10 dB über dem Rauschpegel.

3. Frequenz und Dopplerverschiebung

Die Dopplerverschiebung der Frequenz war auf 20 und 40 MHz ein augenfälliges Kennzeichen der Satellitensignale, und wir haben sie laufend nach Betrag und Zeit gemessen. Hierfür stand ein Frequenzmesser FD 1 (Schomandl) zur Verfügung, der eine Ablesegenauigkeit von ± 50 Hz ermöglicht. Bei 20 MHz wurde das Signal auf einem modernisierten Empfänger „Köln" mit dem Quarzoszillator auf Null eingepfiffen und in dieser Stellung gemessen. Langsame Schwebungen lassen sich an einem S-Meter beobachten. Unter Berücksichtigung der Einstellfehler kann hierbei eine Meßgenauigkeit ± 100 Hz angesetzt werden ($\pm 5 \cdot 10^{-6}$).

Die Eintrittsfrequenz eines Durchganges lag im Mittel bei 20,0055 MHz. Je nach den relativen Bewegungskomponenten des Satelliten zum Beobachtungsort betrug die Dopplerverschiebung 1200 Hz bis einige 100 Hz. In *Bild 2* und *3* sind als Beispiel die relativen Dopplerverschiebungen in Abhängigkeit von der Zeit für zwei aufeinander folgende Durchgänge am 7. Oktober um 12.27 MEZ und 13.58 MEZ dargestellt. Bezüglich des Kurvenverlaufs sei daran erinnert, daß die auf die Erdoberfläche projizierte Bahn nach jedem Umlauf des Trabanten um 24 Längengrade nach Westen verschoben ist.

Die Berechnung einfacher Bahnelemente ist noch nicht abgeschlossen. Es ist zu berücksichtigen, daß sich Sender und Empfänger mit verschiedenen Geschwindigkeiten in verschiedenen Richtungen bewegen, nämlich der Empfänger etwa mit Schallgeschwindigkeit von W nach O (Erdrotation), der Sender mit 18facher Schallgeschwindigkeit von NW nach SO bzw. von SW nach NO.

4. Feldstärke

Die Feldstärke konnte nicht laufend registriert werden, wurde aber für zwei Durchgänge auf 20 MHz gemessen, nämlich bei den Entfernungen von etwa 2500 km und etwa 900 km.

Nach DL 1 EE ergab sich für die größere Entfernung eine abgestrahlte Leistung von 2,5 W und für die kleinere Entfernung von 10 W. Dabei ist angenommen, daß die Dämpfung zwischen Sende- und Empfangsantenne Null sei und daß keine Reflexion am Erdboden auftreten soll. Die unterschiedlichen Meßergebnisse lassen vermuten, daß die Annahmen Fehler enthalten, oder daß die Bordsender mit ungleichmäßiger Leistung arbeiteten. Immerhin ist anzunehmen, daß die abgestrahlte Leistung zwischen 2,5 und 10 W lag.

5. Zeitplan der Durchgänge

Die anfängliche Umlaufzeit des ersten Satelliten betrug 96 min 2 sec mit einer mittleren Verzögerung von etwa 2,5 sec in 24 Stunden. Die Hörbarkeit eines Durchganges auf 20 MHz lag im Beobachtungszeitraum zwischen 17 und 32 min. Wir waren zunächst in der Lage, regelmäßige Beobachtungen durchzuführen und hatten bei der Vorhersage der Durchgänge keine Schwierigkeiten. Später benötigten wir einen Zeitplan, mußten aber feststellen, daß die von den Nachrichtendiensten verbreiteten „Fahrpläne" irreführend waren, sofern sie von der russischen Nachrichtenagentur ohne Berücksichtigung des osteuropäischen Zeitunterschiedes übernommen worden waren. Schließlich hat sich ein grafischer Ortszeitplan bewährt, der alle Beobachtungen vom 5. bis 14. Oktober erfaßte und der später grafisch extrapoliert werden konnte. Die Genauigkeit der extrapolierten Termine war so gut, daß hierbei eine Anomalie aufgedeckt werden konnte. Die Durchgänge traten nämlich von Tag zu Tag um einige Minuten früher ein, als durch die Verzögerung zu erwarten war. Wie wir jetzt wissen, kam die Anomalie durch Drehung der Bahnebene um die Apsidenlinie zustande, die etwa 1/40 je Umlauf gegen die Erdrotation beträgt.

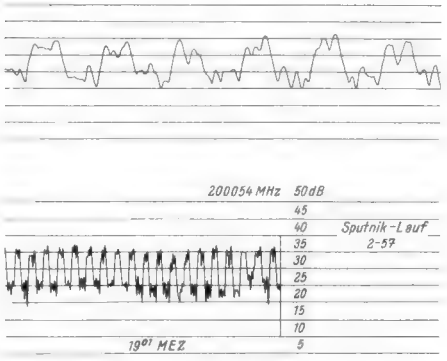


Bild 1. Ausschnitte aus Registrierstreifen (umgezeichnet); oben: 22 mm = 1 Sekunde, unten: 4,4 mm = 1 Sekunde

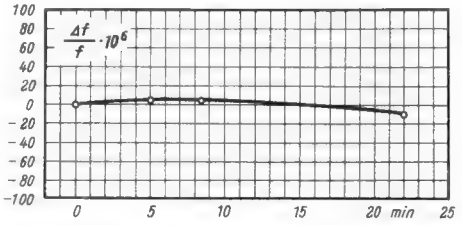


Bild 2. Relative gemessene Dopplerverschiebung am 7. Oktober 1957 um 12.27 MEZ

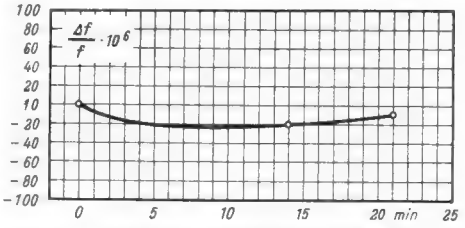


Bild 3. Messung beim nächsten Durchgang um 13.58 MEZ

6. Die Empfangseinrichtungen

Als Antennen haben sich eine 5 m lange *ground-plane*-Antenne[1]) und ein 80 m langer Dipol bewährt. Die Reichweite hängt wesentlich von der Empfängerempfindlichkeit ab. Es ließen sich noch Signale identifizieren, die knapp über dem Rauschpegel lagen. Die höchsten Lautstärken erreichten S 8 bis S 9 auf beiden Frequenzen. An Empfängern standen Fabrikate von Collins, Hallicrafters und ein Gerät „Köln" zur Verfügung.

Die Satellitenfrequenz 20,005 MHz war leicht zu finden, denn sie liegt 5 kHz oberhalb der Frequenz des Senders WWV, dessen Signal normalerweise mit S 9 ankommt. Die Eichung des Frequenzmessers kann jederzeit nach WWV kontrolliert werden.

Das Verfahren der Frequenzmessung wurde bereits beschrieben, es läßt sich aber auch mit dem Frequenzmesser BC 221 durchführen, dessen Genauigkeit bei sorgfältiger Handhabung ausreicht. Man kann auch einen direktzeigenden Frequenzmesser (Prinzip der Kondensator-Entladung) benutzen und die Frequenzabweichung des Satelliten gegen die Frequenz des Senders WWV messen. Dabei sollte das Satellitensignal mit der Lautstärke S 6 bis S 7 hereinkommen, wobei die Bandbreite des Empfängers 5 kHz betragen kann. Sofern die Frequenzabweichung gegen den eingeschalteten Zf-Überlagerer gemessen werden soll, ist zu fordern, daß die Empfängerabstimmung in 30 Minuten nicht mehr als 100 Hz wandert, was auch von dem großen Collins-Empfänger erfüllt wird. Der Empfänger Köln wandert auf dem höchsten Bereich um − 5 kHz und wird nach etwa 45 Minuten konstant. Die zweckmäßige Bandbreite richtet sich nach den Empfangsverhältnissen. Sie mußte überwiegend schmal eingestellt werden, denn zeitweise sind die Störungen — auch durch Oberwellen von Telegrafie-Sendern — unzuträglich. Mehrere Empfangsversuche mit Rundfunksupern (bei behelfsmäßiger Zf-Überlagerung) verliefen unbefriedigend.

Später wurden einfache Konverter gebaut, um den Empfang auf Amateur-Bandempfängern zu ermöglichen. Folgende Stufenfolge hat sich bewährt: Zwei Vorkreise, EF 80, Zwischenkreis, ECH 81, Oszillatorfrequenz = Empfangsfrequenz −3,5 MHz; der Außenwiderstand des Mischers bestand aus einem 5-kΩ-Schichtwiderstand (vgl. auch Seite 35).

7. Der zweite Erdsatellit

Auf Grund der vorliegenden Erfahrungen waren für den angekündigten zweiten Satelliten entsprechende Vorbereitungen getroffen worden. Um für Dauerbeobachtungen einen weiteren Empfänger einsetzen zu können, wurde ein Spezialempfänger mit einer Treffsicherheit von ± 500 Hz entwickelt. Er benutzt dreifache Überlagerung mit Quarzsteuerung in den Festoszillatoren nach folgender Frequenzbilanz:

Eingangsfrequenz 20 bzw. 40 MHz (1. Oszillator fest abgestimmt), 1. Zf-Verstärker abstimmbar auf 3 MHz (2. Oszillator abstimmbar); 2. Zf-Verstärker fest auf 455 kHz eingestellt (3. Oszillator fest eingestellt); 3. Zf-Verstärker fest auf 100 kHz eingestellt. Ein weiterer Quarzoszillator (100 kHz) dient als Zf-Überlagerer und zur Skaleneichung mit Oberwellenspektrum. Die Frequenzmessung wurde insofern abgewandelt, als die Empfangsfrequenz mit einer um 1 kHz kleineren Vergleichsfrequenz überlagert werden konnte. Das Mischprodukt am Empfängerausgang konnte abermals mit 1 kHz Normalfrequenz überlagert und als Lissajou-Figur am Oszillografen eingemessen werden, wobei der Fehler um eine Zehnerpotenz heruntergesetzt ist.

Die Empfangsergebnisse des zweiten Satelliten konnten noch nicht ausgewertet werden, denn sie sind nicht eindeutig identifizierbar. Die abgehörten Signale zeigen zwar eine Frequenzänderung, die als Dopplereffekt gedeutet werden kann, sie sind aber nicht periodisch aufgetreten. Die Verlautbarungen der Nachrichtenagenturen waren leider dürftig. Es hat sich herausgestellt, daß sowohl die gemeldeten fremden Beobachtungen, als auch die eigenen Aufzeichnungen zeitlich nicht koordiniert werden können. Vermutlich wurden auch keine einheitlichen Signale ausgestrahlt.

Sobald uns weitere Angaben vorliegen werden, können wir die eigenen Beobachtungen sichten. Wir hoffen zunächst, daß aus den geschilderten Erfahrungen manche Anregung für ein späteres Beobachtungsobjekt entnommen werden kann.

E. Roske, DJ 1 NI

[1]) Ground-plane = senkrechter λ/4-Strahler mit geerdeten Hilfselementen. Seine sehr flache Richtcharakteristik eignet sich gut zum Überbrücken großer Entfernungen.

Abstimmanzeige auf der Fernseh-Bildröhre

Der neue Bildkompaß von Blaupunkt

Eine der Neuerungen, die die *Blaupunkt*-Fernsehempfänger 1958 enthalten, ist der durch eine Taste einschaltbare Bildkompaß, eine Abstimmanzeige auf dem Bildschirm. Die Art der Anzeige geht aus *Bild 1* und *2* hervor. Bei eingeschaltetem Kompaß erscheint bei Fehlabstimmung in der Bildmitte ein schwarzer Balken, dessen Breite mit zunehmender Fehlabstimmung größer wird. Bei richtiger Abstimmung, d. h. dann, wenn der Bildträger auf der Mitte der Nyquistflanke liegt, ist die Strichbreite am geringsten bzw. der Strich verschwindet gerade.

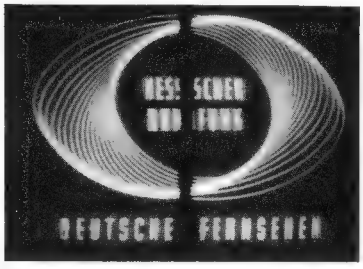


Bild 1. Bei dem Blaupunkt-Bildkompaß erscheint bei Fehlabstimmung ein senkrechter, schwarzer Balken in der Bildschirmmitte

Bild 2. Bei richtiger Feinabstimmung ist der Bildkompaßbalken gerade verschwunden

Für den Bildkompaß werden zusätzlich nur eine Pentode und zwei Dioden benötigt. Die in der „Scharfzeichner"-Stufe (Differenzier-Entzerrer) wirksame Pentode wird zusätzlich als Verstärkerröhre für die Kompaß-Impulse mit ausgenutzt und bei Inbetriebnahme der Abstimmanzeige dafür umgeschaltet. Der Mehraufwand an Röhren ist also gering, außerdem ist die Funktion des Fernsehempfängerteiles unabhängig von dem eigentlichen Kompaß-Teil.

Beim Einschalten des Kompasses wird der Bildkontrast auf einen fixierten mittleren Wert geschaltet *(Bild 3)*, und zwar wird das Gitter des Triodenteiles von Rö 4 (getastete Regelspannungsstufe) vom Spannungsteiler R 2/400 kΩ-Widerstand auf den Spannungsteiler R 1/500 kΩ-Widerstand umgeschaltet. Der mittlere Kontrastwert, der bei Inbetriebnahme des Kompasses wirksam werden soll, wird am Einstellregler R 1 einmal eingestellt. Die Röhre Rö 3 der Differenzier-Entzerrerstufe wird so umgeschaltet, daß sie als Verstärkerröhre für die Kompaß-Impulse arbeitet. Die Differenzierentzerrung fällt während des Abstimmanzeige-Vorganges fort.

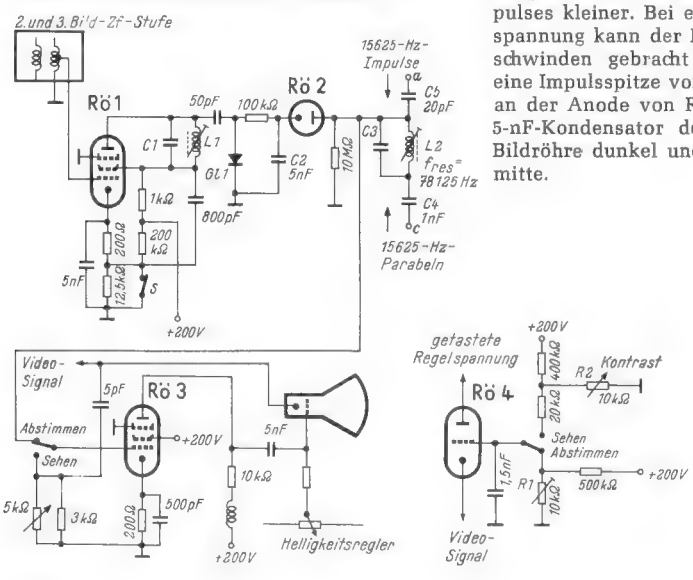


Bild 3. Schaltung des Blaupunkt Bildkompasses. Die im oberen Teil des Schaltbildes dargestellten Rö 1 und Rö 2 sowie der Gleichrichter Gl 1 und die zugehörigen Schaltelemente sind zusätzlich in den Fernsehempfänger-Schaltungen vorhanden. Rö 3 ist die Differenzierentzerrerröhre und Rö 4 die Taströhre für die Regelspannung

Die für die Abstimmanzeige benötigten Impulse liefert der Schwingkreis L 2/C 3. Er wird durch Impulse angestoßen, die von der Austastwicklung des Zeilen-Endtransformators *(Bild 4)* geliefert und über C 5 bei a dem Schwingkreis zugeführt werden. Die Eigenfrequenz des Schwingkreises entspricht der fünffachen Zeilenfrequenz = 78125 Hz. Diese Schwingungen werden parabelförmigen Impulsen zeilenfrequenter Folge überlagert, die am Boosterkondensator abgegriffen und über C 4 bei Punkt c im Bild 3 dem Schwingkreis zugeführt werden *(Bild 5)*.

Die Resultierende aus den Schwingungen des Kreises L 2/C 3 und Bild 5 zeigt das Oszillogramm *Bild 6*. An L 2 wird die Phase der schnelleren Schwingungen in bezug auf die parabelförmigen Impulse von Bild 5 so eingestellt, daß genau auf der Mitte eines Parabelbogens eine Spitze der schnellen Schwingungen sitzt, so daß sie die symmetrischen benachbarten Spitzen überragt. Die Einstellbedingungen für L 2 gehen aus *Bild 7* hervor, das stark überhöht die drei mittleren Impulsspitzen während einer Zeilenperiode zeigt.

Dieser Schwingungszug liegt nun in Bild 3 an der Diodenanode von Rö 2. Von den jeweils drei Schwingungsspitzen liefert die mittlere den Kompaß-Impuls. Er erzeugt in der Diode Rö 2 eine negative Vorspannung für die Impulsverstärkerröhre Rö 3 von solcher Größe, daß nur der Kompaßimpuls selbst und nicht die benachbarten Schwingungsspitzen übertragen werden. Vergrößert man die negative Vorspannung des Gitters von Rö 3 durch Serienschaltung einer zusätzlichen Spannung zur Diode, so wird die Amplitude des durch Rö 3 verstärkten Impulses kleiner. Bei entsprechend großer Vorspannung kann der Kompaßimpuls zum Verschwinden gebracht werden. Solange noch eine Impulsspitze vorhanden ist, erscheint sie an der Anode von Rö 3 und tastet über den 5-nF-Kondensator den Wehneltzylinder der Bildröhre dunkel und war jeweils in Zeilenmitte.

Die Serienspannung zu der Diodenspannung, mit der man also den Kompaßimpuls zum Verschwinden bringen kann, entsteht am Kondensator C 2 durch Gleichrichtung der am Schwingkreis L 1/C 1 auftretenden Zf-Spannung. Sie ist abhängig von der richtigen Abstimmung des Fernsehempfängers. Das Gitter der Hilfsröhre Rö 1, deren Anodenresonanzkreis L 1/C 1 auf den Zf-Bildträger abgestimmt ist, ist an das Bild-Zf-Filter des eigentlichen Zf-Verstärkers angeschlossen. Die Zf-Spannung am Anodenresonanzkreis ist am größten, wenn der Zf-Bildträger die Soll-Frequenz hat, d. h., wenn der Empfänger exakt abgestimmt ist.

Die am Resonanzkreis auftretende Zf-Spannung wird durch die Diode Gl 1 gleichgerichtet. Somit ist die Höhe der am Kondensator C 2 liegenden Gleichspannung, die in Serie zur Diode Rö 2 liegt, abhängig von der richtigen Empfängerabstimmung. Die Polarität dieser Spannung ist so, daß bei richtiger Empfängerabstimmung gar kein Impuls aus dem Kreis L 2/C 3 oder ein Impuls geringer Amplitude die Bildröhre steuert, auf dem Bildschirm also nichts oder nur ein sehr schmaler Kompaß-Strich zu sehen ist. Je größer die Fehlabstimmung ist, also je kleiner die Spannung am Kondensator C 2 wird, um so größer ist die Amplitude des der Bildröhre zugeführten Impulsteiles, der die Bildröhre auf schwarz steuert und einen entsprechend breiten Kompaßstrich auf der Mitte der Bildröhre sichtbar werden läßt. Der Impuls wird über Rö 3 verstärkt und dem Steuergitter der Bildröhre zugeführt.

Mit Hilfe des Kompasses läßt sich der Fernsehempfänger exakter einstellen als nach dem subjektiven Eindruck eines Testbildes. Die Einstellgenauigkeit bei Anwendung des Kompasses hängt von der Güte des Kreises L 1/C 1 ab, die so gewählt ist, daß der Kompaß auch für den Fachmann die Einstellung des Fernsehgerätes erleichtert.

Erich Kinne

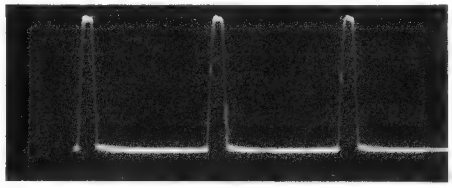


Bild 4. Impulse von der Austastwicklung des Zeilen-Transformators zum Anstoßen des Schwingkreises L 2/C 3 in Bild 3

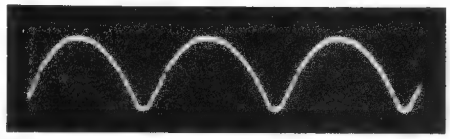


Bild 5. Zeilenfrequente parabelförmige Schwingungen, die bei c (Bild 3) zugeführt werden

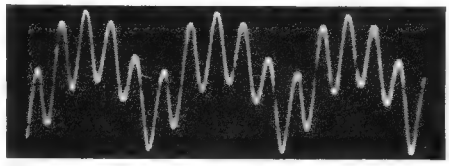


Bild 6. Resultierende aus der Schwingung nach Bild 5 und der Eigenschwingung des Kreises L 2/C 3 (Bild 3)

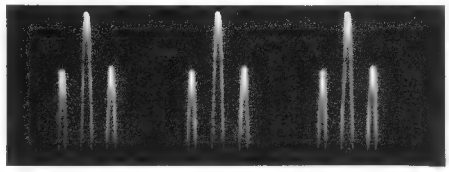


Bild 7. Die drei mittleren Impulsspitzen während einer Zeilenperiode mit dem erhöhten Austastimpuls, der den Abstimmanzeigestreifen erzeugt

Bauanleitung

Gegensprechanlage mit Transistorverstärkern

Bei einer Gegensprechanlage wirken sich die Vorteile des Transistors gegenüber Röhren besonders deutlich aus: Platzersparnis und damit die Möglichkeit, den Verstärker in jede Sprechstellenzelle einzubauen; Wegfall der Röhrenheizung und des Netzteiles, also sofortige Betriebsbereitschaft; keine Schwierigkeiten mit der Wärmeabfuhr; geringster Stromverbrauch und kein Röhren-Verschleiß.

Die Schaltung

Die Schaltung des einzelnen Verstärkers (*Bild 1*) zeigt eine Transistor-Vorstufe (T 1), eine Treiberstufe (T 2) und eine Gegentakt-Endstufe (T 3, T 4). Die Schaltung war ursprünglich als Nf-Verstärker für einen Diodenempfänger vorgesehen, eignet sich aber mit kleinen Abänderungen auch für die Gegensprechanlage.

Als Mikrofon L 1 wurde ein dynamischer Klein-Lautsprecher von 75 mm Durchmesser benutzt, dasselbe Modell dient auch als Lautsprecher L 2. Der Eingangstransformator Tr 1 (1:10) ergibt eine beträchtliche Erhöhung der Eingangsspannung des Lautsprechers L 1, der als dynamisches Mikrofon geschaltet ist; zugleich dient Tr 1 als Impedanzwandler. Beträgt die Impedanz von L 1 5 Ω, so treten auf der Sekundärseite von Tr 1 als Generatorwiderstand 500 Ω auf; dies ist für den niedrigen Eingangswiderstand des Transistors T 1 (500...600 Ω) gut angepaßt.

Über C 1 gelangt die hochtransformierte Eingangsspannung an die Basis des ersten Transistors, der wie alle anderen in Emitter-Schaltung arbeitet. Über die Widerstände R 1 und R 2 erhält die Basis ihre notwendige Vorspannung zur Festlegung des Arbeitspunktes (etwa −0,4 V). Der Emitter liegt über die Kombination C 2 und R 8 am Pluspol der Batterie, der zugleich Bezugspunkt der ganzen Schaltung ist. Das genannte R/C-Glied dient zur Stabilisierung des Arbeitspunktes und wirkt als Gegenkopplung gegen die langsame Änderung der Betriebswerte des Transistors infolge Erwärmung. Am Arbeitswiderstand R 5 wird über C 3 die vorverstärkte Signalspannung abgenommen und der Basis des Treibertransistors T 2 zugeführt, dessen Schaltung der des Vortransistors T 1 entspricht, jedoch mit dem Unterschied, daß seine Betriebsspannung 6 V beträgt, während der Vortransistor T 1 über den Spannungsteiler R 4/R 3 an 3 V liegt. Diese Spannung wird durch C 5 geglättet, wodurch Schwankungen der Batteriespannung infolge von Stromspitzen der Gegentakt-Endstufe ausgeglichen und ein Schwingen des Verstärkers verhindert werden.

Im Kollektorkreis von T 2 liegt als Arbeitswiderstand die Primärwicklung des Treibertransformators Tr 2. Dessen symmetrische Sekundärwicklung führt das Signal gegenphasig zur Basis der Endtransistoren T 3 und T 4. Diese erhalten ihre Basisvorspannung über den regelbaren Spannungsteiler R 12/R 10 + R 13 (ca. −0,65 V). Durch das Miniatur-Einstellpotentiometer R 12 wird der Arbeitspunkt der Endtransistoren so eingeregelt, daß der gesamte Verstärker 20...25 mA Ruhestrom aufweist. R 12 ist dann ungefähr auf den Wert von 500 Ω eingestellt und kann u. U. auch durch einen Festwiderstand dieser Größe ersetzt werden. Parallel zu R 10 liegt der NTC-Widerstand R 13, der bei 25° C einen Widerstand von 130 Ω besitzt. Steigt die Raumtemperatur, so erhöht sich auch der Kollektorstrom der Transistoren T 3, T 4, was zu Verzerrungen und sogar zur Zerstörung der Transistoren führen könnte. Dem wirkt nun R 13 entgegen. Mit steigender Temperatur vermindert sich sein Widerstand. Dadurch sinkt auch die Basisvorspannung, und die Abwanderung des Arbeitspunktes wird wieder rückgängig gemacht. Da diese Temperaturkompensation recht wirksam ist, erübrigen sich R/C-Glieder in den Emitterzuleitungen (wie sie bei T 1 und T 2 vorhanden sind), so daß die Emitter der Endtransistoren direkt am Nullpunkt der Schaltung liegen.

Die beiden Kollektoren von T 3 und T 4 arbeiten gegenphasig auf die Primärwicklung des Gegentaktausgangstransformators Tr 3 (3,3 + 3,3:1). Seine Sekundärwicklung ist an eine Impedanz von 5 Ω angepaßt.

Vom heißen Ende der Ausgangswicklung gelangt ein Teil der Ausgangsspannung über R 11 zur Basis von T 2 zurück. Diese frequenzunabhängige Gegenkopplung soll Treiber- und Endstufe linearisieren, Verzerrungen und Schwingneigung vermindern. Schaltet man parallel zu R 11 einen Kondensator C 6 (0,1...0,25 µF), so werden durch Phasendrehung gewisse Frequenzen nicht mehr gegen- sondern mitgekoppelt. Der Verstärker beginnt dann zu schwingen. Dieser Rückkopplungspfiff kann als Rufzeichen verwendet werden.

In der gebauten Anlage wurden in allen Stufen Transistoren Typ B 56 der Firma *Gebr. Baderle*, Hamburg, verwendet, die recht preiswert sind. Mit ihnen ist eine Sprechleistung von 100 mW zu erzielen.

Anstelle des als Mikrofon dienenden Lautsprechers L 1 wurde ursprünglich ein Kristallmikrofon benutzt, das speziell auf gute Sprachempfindlichkeit ausgelegt war. Es wurde über einen Längswiderstand von 300 kΩ an C 1 angekoppelt und ergab eine größere Lautstärke als der als Mikrofon geschaltete Lautsprecher L 1. Da jedoch die Kristallkapsel keinerlei Richtwirkung aufweist und sehr erschütterungsempfindlich ist, ließ sich die akustische Rückkopplung (die über zwei Stationen hinweg auftrat) nicht vermeiden. Diese Schwierigkeit ist mit den Kleinlautsprechern zu umgehen, da sie den Schall ziemlich stark gebündelt abstrahlen bzw. aufnehmen. Durch Verkleben der Öffnungen im Lautsprecherkorb wurde die akustische Kopplung über die Membran-Rückseiten noch weiter gedämpft.

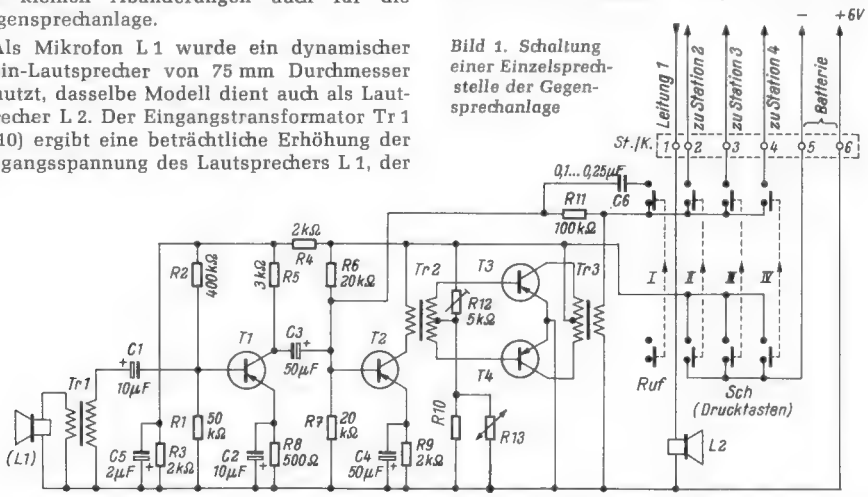
Stromversorgung und Leitungsverbindungen

Der rechte Teil des Schaltbildes (Bild 1) sowie die Blockschaltung *Bild 2* lassen erkennen, wie die Einzelstationen zusammengeschaltet werden. Im vorliegenden Fall sind es vier Sprechstellen, ihre Zahl läßt sich aber auch beliebig erweitern. Die Leitungsverbindung entspricht etwa dem Schema, das auch bei Telefon-Wählschaltungen in Anwendung kommt. Der Lautsprecher jeder Station liegt fest an je einer der Adern (1—4). Die Adern 5 und 6 führen jeder Station die Betriebsspannung von 6 V zu, die einer zentralen Batterie entnommen wird.

Die Kontakte werden mit Drucktasten geschaltet, was die einfachste Lösung zu sein scheint. Jede Taste muß mindestens zwei Arbeitskontakte aufweisen und hat folgende Funktionen: Wird z. B. in Bild 2 auf der Sprechstelle II die Taste III gedrückt, so legt der untere Kontakt die an Ader 5 liegende Betriebsspannung von −6 V an den Verstärker und versetzt die Station in Betriebsbereitschaft. Zugleich legt der obere Kontakt die Ausgangsklemme (heisses Ende) an Ader 3, verbindet also die Station II mit dem Lautsprecher der Station III, die nun sofort angesprochen werden kann. — Auf Station III wird nun Taste II gedrückt, wodurch die eigene Station unter Spannung gesetzt und mit dem Lautsprecher der Station II (Ader 2) verbunden wird. Damit ist eine Gegensprechverbindung zustande gekommen.

Jede Station weist nun noch eine besondere Ruftaste auf. Diese kann ein gewöhn-

Bild 1. Schaltung einer Einzelsprechstelle der Gegensprechanlage



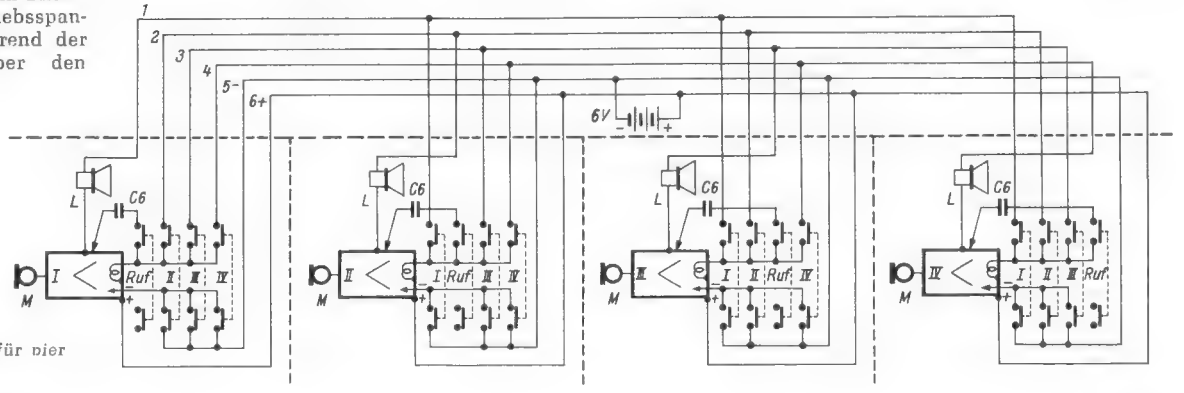
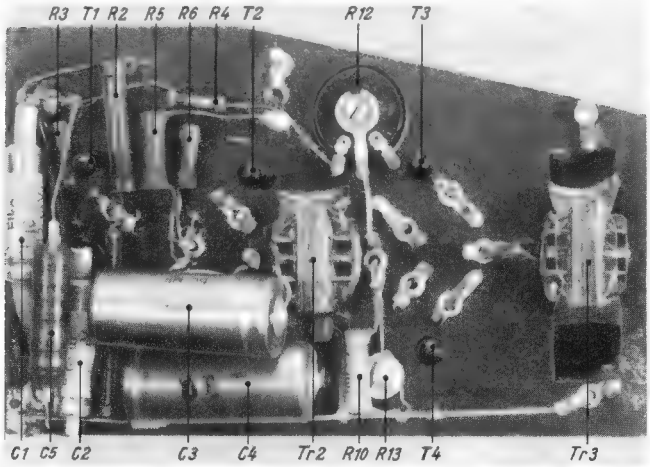
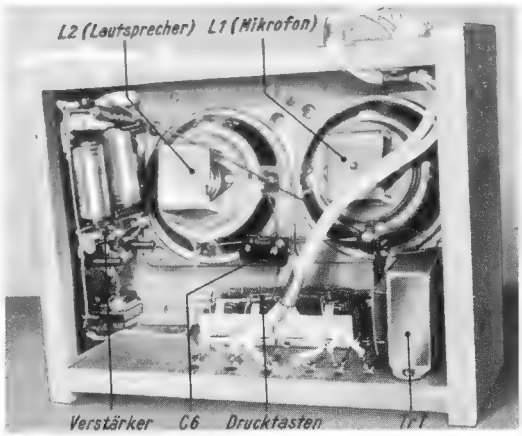


Bild 2. Gesamtschaltung für vier Sprechstellen



Links Bild 3: Grundplatte eines Verstärkers; die Anordnung der Einzelteile entspricht räumlich ziemlich genau der Schaltung Bild 1. Der Eingangstransformator Tr 1 wird getrennt im Gehäuse befestigt

Rechts: Bild 4. Innenansicht des Gehäuses mit den beiden Lautsprechern, darunter der Drucktastensatz, links an der Seitenwand der Verstärkerteil und rechts unten der Eingangstransformator. Das Gehäuse steht in dieser Ansicht auf dem Kopf



licher, einpoliger Druckknopf sein. Eleganter ist es, wenn dazu eine gleiche Drucktaste wie für die Stationswahl verwendet wird, deren Einrast-Nocke wegzufeilen ist, so daß sie wie ein Feder-Druckknopf betätigt werden kann und nur solange Kontakt gibt, als sie gedrückt wird. Die Funktion dieser Ruftaste I ist einfach (vgl. Bild 1): Sie legt kurzzeitig das heiße Ende der Ausgangswicklung an den Kondensator C 6, so daß dieser parallel zu R 11 geschaltet wird und durch Rückkopplung den Verstärker zum Schwingen bringt. Der dadurch erzeugte Ton erklingt dann im Lautsprecher der angerufenen Station als ziemlich weit hörbarer hoher Pfiff. Die Tonhöhe läßt sich durch die Kapazität von C 6 beeinflussen.

Wer die Schaltung genau verfolgt, wird feststellen, daß sich auch Station 1 und 4 verbinden können, während 2 und 3 miteinander im Gespräch sind, ohne daß diese beiden Gegenverbindungen sich im geringsten stören. – Was geschieht aber, wenn z. B. Station IV die Station III anruft, während diese bereits mit Station II in Gegensprechverbindung steht? Nun, das ist ohne weiteres möglich: Die Station IV kann ihren Ausgang, parallel zum Ausgang von Station II, an den Lautsprecher von Station III legen (Ader 3) und „dreinreden". Umgekehrt kann auch Station III Taste II und IV gleichzeitig drücken und so den Ausgang an die Lautsprecher dieser beiden Gegenstationen legen und beide ansprechen. Ja, es kann sogar jede Station alle drei anderen Stationen gleichzeitig wählen (wobei einfach alle drei Wähltasten zugleich gedrückt werden und einrasten), so daß jeder mit jedem gleichzeitig sprechen kann. Allerdings werden dabei alle vier Ausgänge und Lautsprecher parallel geschaltet. Die Erfahrung zeigt aber, daß auch bei solchen „Konferenzgesprächen" Lautstärke und Verständlichkeit durchaus befriedigend bleiben.

Es bietet keine Schwierigkeiten, das angeführte Schaltungsprinzip sowohl auf weniger, also zwei oder drei, als auch auf mehr Stationen anzuwenden. Man benötigt stets soviel Drucktasten wie Stationen vorhanden sind, ferner ein Verbindungskabel, das soviel Adern wie Stationen plus zwei zur Stromversorgung aufweist.

Der Aufbau der Schaltung

Jeder Verstärker wurde für sich aufgebaut und als Einheit in die Stationen eingefügt. Als Chassis des Verstärkers diente eine Preßspanplatte 70 × 90 mm. Darauf wurden Nietlötösen befestigt, die als Stützpunkte der Einzelteile dienen. Die Einzelteile sind auf dieser Platte ziemlich genauso angebracht, wie sie in Bild 1 angeordnet sind. *Bild 3* zeigt eine solche Verstärkerplatte. Die Kleinst-Transformatoren Tr 2 und Tr 3 sowie das Potentiometer R 12 werden mit Klebe-

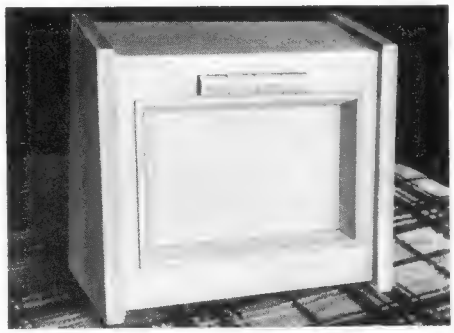


Bild 5. Außenansicht eines Gehäuses der Gegensprechanlage

band befestigt. Die Transistoren werden unter den bekannten Vorsichtsmaßnahmen freitragend eingelötet. Transformator Tr 1, eine billige Ausführung normaler Größe, wird gesondert im Gehäuse befestigt. Die Verdrahtung ist wegen der kleinen Spannungen und der Niederohmigkeit der ganzen Schaltung völlig unkritisch; Abschirmungen sind nicht notwendig. So darf sich auch der wenig Geübte an diese Arbeit wagen.

Bild 4 zeigt die Anordnung aller Einzelteile im Gehäuse einer Sprechstelle, während *Bild 5* die Ansicht einer fertigen Station zeigt. Die Gehäuse können beliebig gestaltet werden. Im vorliegenden Fall wurde Ahornholz gewählt und die Lautsprecheröffnungen wurden mit Rohseide bespannt. Die Abmessungen betragen etwa 190 × 160 × 120 mm. Die Hauptabmessungen sind durch den Platzbedarf der beiden nebeneinander befestigten Lautsprecher gegeben.

Als Verbindungsleitung dient ein Telefonkabel (3 × 2 Adern 0,5 mm ∅) mit Kunststoffisolation. Es wurde unter den Scheuerleisten und durch dünne Mauer-Durchbohrungen fest verlegt und an den gewünschten Stellen über sechspolige Anschlußdosen geführt. Die Sprechstellen werden dort mit einem sechspoligen Stecker und einem beliebig langen sechsadrigen Kabel angeschlossen. Da alle Anschlüsse niederohmig sind, besteht keine Gefahr des Übersprechens oder der Brummeinstreuung durch benachbarte Netzleitungen. Die Batterie wurde in einem Wandschrank befestigt; sie kann aber auch in einer der Stationen selbst ihren Platz finden. Im vorliegenden Fall wurde eine 6-V-Zeltlampenbatterie verwendet. Noch praktischer wären natürlich Klein-Akkumulatoren, die sich wieder aufladen lassen. Seit 8 Monaten ist jedoch immer noch dieselbe Batterie in Betrieb, weil der Stromverbrauch (20...25 mA bei 5...6 V je Station) sehr gering ist.

Betriebserfahrungen

Die einzelnen Stationen arbeiteten bereits beim ersten Versuch einwandfrei. Als einzige Wartung mußten die Widerstände R 12 – wohl infolge gewisser Alterungserscheinungen – etwas nachgestellt werden. Die Lautstärke reicht natürlich nicht für eine lärmerfüllte Werkstätte aus, genügt aber vollständig für Wohnzimmer und andere ruhige Räume. Eine wesentliche Verbesserung läßt sich erzielen, wenn statt des Kleinlautsprechers etwa ein großer Eckenlautsprecher angeschlossen wird. Dann läßt sich trotz der kleinen Sprechleistung gute Zimmerlautstärke erreichen. Es ist also zu empfehlen, die Lautsprecher nicht allzu klein zu wählen.

Die Anlage wird von allen Benutzern sehr geschätzt und zu immer neuen Zwecken verwendet: Überwachung des Kinderzimmers, Übertragung des Telefonläutens ins obere Stockwerk usw.

Bei Verwendung leistungsstärkerer Endtransistoren wird es sich empfehlen, die beiden Lautsprecher unter Zwischenlage von Schaumgummi zu montieren, um eine Verkopplung über die Gehäuseschwingungen zu vermeiden. Mikrofon und Lautsprecher lassen sich auch in getrennten Gehäusen aufstellen, so daß auch bei großer Lautstärke eine akustische Rückkopplung vermieden wird.

Armin Beeli

Liste der Einzelteile (je Sprechstelle)

T 1, T 2	2 Transistoren B 56 (B 56 C) oder ähnliche Type	
T 3, T 4	1 Paar Transistoren B 56, für Gegentaktendstufen ausgesucht	
Tr 1	1 Eingangstransformator, 1:10 bis 1:30	
Tr 2	1 Treibertransformator BV 2,1 – 0,8	
Tr 3	1 Gegentakt-Ausgangstransformator BV 3.1-123, sekundär 5 Ω	
L 1, L 2	2 Lautsprecher, 1 W, 5 Ω, 65...85 mm ∅	
	Kondensatoren	
C 1, C 2	2 Niedervolt-Elektrolyt, 10 µF, 6/8 V	Kleinstausführung
C 3, C 4	2 Niedervolt-Elektrolyt, 50 µF, 6/8 V	Kleinstausführung
C 5	1 Niedervolt-Elektrolyt, 2 µF, 6/8 V	Kleinstausführung
C 6	1 Kond. 0,1...0,25 µF, 90 V, Wima-Tropydur	
	Widerstände 0,1...0,25 W	
R 1	1 St. 50 kΩ	R 6, R 7: 2 St. 20 kΩ
R 2	1 St. 400 kΩ	R 8: 1 St. 500 Ω
R 3, R 4, R 9	3 St. 2 kΩ	R 10: 1 St. 100 kΩ
R 5	1 St. 3 kΩ	R 11: 1 St. 100 kΩ
R 12	Einstellpotentiometer, 5 kΩ, Kleinstausführung	
R 13	1 NTC-Widerstand (Thernewid oder ähnl.) 130 Ω Kaltwiderstand	
Sch	1 Drucktastensatz, Kleinausführung	
St/K	sechspoliger Stecker mit Kupplungsdose *(Hirschmann)*	
B	1 Zeltbatterie, 6 V, oder 3 Rulag-Klein-Akkumulatoren	
	Nietlötösen, Schaltdraht usw.	

Die Kosten des gesamten Materials für eine Station betragen maximal 60...70 DM. Die verwendeten Transistoren und Transformatoren sowie das übrige Material wurden von der Firma Gebr. Baderle, Hamburg, geliefert.

Funktechnische Arbeitsblätter

DK 537.311.3

Wk 11

2. Ausgabe

2 Blätter

Elektrische Eigenschaften von Metallen und Legierungen

Metalle, Legierungen, Heizleiter, Kohlenstoff

Spezifischer Widerstand, spezifischer Leitwert, Temperaturkoeffizient

Zusammenhang zwischen elektrischer Leitfähigkeit und atomaren Größen

Den Mechanismus der elektrischen Leitung in Metallen stellt man sich auf Grund des Atomaufbaues folgendermaßen vor:

Das Metall ist ein Gitter positiver Metallionen, in dessen Maschen freie Elektronen enthalten sind. Die Anzahl der Elektronen ist gleich der Anzahl der Gitterionen (denn das Metall ist nach außen hin elektrisch neutral) und unabhängig von der Temperatur.

Die freien Elektronen verhalten sich ähnlich wie Gasmoleküle, d. h. sie diffundieren ungeordnet in alle Richtungen, solange im Metall kein elektrisches Feld vorhanden ist, und sie stoßen mit den Ionen elastisch zusammen. Durch Anlegen einer Spannung bekommt die Diffusion des „Elektronengases" jedoch eine Vorzugsrichtung zur positiven Elektrode hin, es fließt ein Strom.

Bei Zusammenstößen mit dem Ionengitter verlieren die Elektronen an Geschwindigkeit und geben ihre Energie dabei an das Gitter ab, das damit zu stärkerer (ungeordneter) Bewegung angeregt wird. Das bedeutet eine Erwärmung des Metalls, die elektrische Energie wird in Wärme umgewandelt (Joulesches Gesetz).

Wird umgekehrt das Metall von außen erwärmt, so wird das Ionengitter zu größerer Unruhe angeregt und die freie Weglänge der Elektronen wird geringer, der elektrische Widerstand nimmt mit der Temperatur des Metalls zu. Die verschieden hohe spezifische Leitfähigkeit der Metalle erklärt sich aus der unterschiedlichen Anzahl der freien Elektronen je cm³: Die Dichte des Elektronengases und die freie Weglänge sind in verschieden Metallen verschieden.

In Metallen tritt praktisch reine Elektronenleitung auf; da keine Ionen beteiligt sind, treten auch keine chemischen Veränderungen des Leitermaterials in Erscheinung.

Will man einen formelmäßigen Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und atomaren Größen aufstellen, so geht man davon aus, daß für die Leitfähigkeit folgende Größen maßgeblich sind:

1. Die Anzahl N_e der Ladungsträger (in Metallen freie Elektronen) je Volumeneinheit.
2. Die Beweglichkeit b_e der Ladungsträger.

Zu 1.: Es wird vorausgesetzt, daß die Anzahl der freien Elektonen gleich der Anzahl der Atome ist, also:

$$N_e = \frac{\text{Elektronenzahl}}{\text{Volumen}} = \frac{\text{Atomzahl}}{\text{Volumen}}$$

Die Atomzahl je Volumeneinheit läßt sich aus der Lochschmidtschen Zahl $= 6{,}02 \cdot 10^{23}$, d. i. die Anzahl der Moleküle pro Mol, der Dichte γ und dem Atomgewicht A des Metalls errechnen:

$$\frac{\text{Atomzahl}}{\text{Volumen}} = \frac{6{,}02 \cdot 10^{23}}{A} \cdot \gamma \left[\frac{1}{g} \cdot \frac{g}{cm^3} = \frac{1}{cm^3}\right]$$

Beispiel: Atomzahl / Volumen für Quecksilber mit Atomgewicht

$A = 200{,}6$; Dichte $\gamma = 13{,}54$ g/cm³

$$\frac{6{,}02 \cdot 10^{23}}{200{,}6} \cdot 13{,}54 = \underline{4{,}06 \cdot 10^{22} \text{ Atome pro cm}^3}$$

Die Anzahl der N_e der freien Elektronen pro Volumeneinheit ist dann nach vorstehender Annahme gerade ebenso groß.

Zu 2.: Die Geschwindigkeit v_e der Ladungsträger unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes mit der Feldstärke $\mathfrak{E}$ sei proportional dieser Feldstärke (Bewegung mit Reibung). Den Proportionalitätsfaktor kann man dann als Beweglichkeit b_e der Ladungsträger bezeichnen. Es ist also:

$$v_e = \mathfrak{E} \cdot b_e$$

oder die Beweglichkeit:

$$b_e = \frac{\text{Ladungsträgergeschwindigkeit}}{\text{elektrische Feldstärke}} = \frac{v_e}{\mathfrak{E}} \left[\frac{\frac{m}{sec}}{\frac{V}{m}}\right]$$

Wir betrachten jetzt ein Metallstück von der Länge l und dem Querschnitt F. Der Strom I, der durch das Metallstück geht, ist gleich der in der Zeiteinheit hindurchfließenden Ladung Q: $I = \frac{Q}{t}$

Für die Zeit t führen wir die Geschwindigkeit v_e und den Weg l ein, $t = \frac{l}{v_e}$

und erhalten $I = \frac{Q \cdot v_e}{l}$

Die Gesamtladung Q ist gleich der Ladung e des freien Elektrons multipliziert mit der Anzahl der in dem Metallstück enthaltenen Elektronen:

$$Q = e \cdot \frac{\text{Anzahl der Elektronen}}{\text{Volumen}} \cdot \text{Volumen} = e \cdot N_e \cdot F \cdot l$$

Dies eingesetzt ergibt für I:

$$I = \frac{e \cdot N_e \cdot F \cdot l \cdot v_e}{l} \quad \text{oder} \quad I = e \cdot N_e \cdot F \cdot \mathfrak{E} \cdot b_e$$

Um auf den Leitwert zu kommen, wird $\mathfrak{E}$ durch $\frac{U}{l}$ ausgedrückt, dann ist

der Strom: $$I = \frac{e \cdot N_e \cdot F \cdot U \cdot b_e}{l}$$

und der Leitwert: $$\frac{I}{U} = \frac{e \cdot N_e \cdot F \cdot b_e}{l}$$

Die spezifische Leitfähigkeit $\varkappa$ ist $\frac{I}{U} \cdot \frac{l}{F}$ und wird damit:

$$\boxed{\varkappa = e \cdot N_e \cdot b_e}$$

Sie ist also abhängig von der Anzahl der Elektronen je Volumeneinheit und der Beweglichkeit der Elektronen im Ionengitter des Metalls.

Aus dieser Formel kann man die Beweglichkeit b_e der freien Elektronen bei bekannter Leitfähigkeit ermitteln:

$$b_e = \frac{\varkappa}{e \cdot N_e} = \frac{\varkappa}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot N_e} \left[\frac{\frac{1}{\Omega \cdot cm}}{\text{Amp} \cdot \text{sec} \cdot \frac{1}{cm^3}} = \frac{cm^2}{V \cdot sec}\right]$$

Zum Beispiel ist sie für Kupfer:

$$b_e = \frac{58 \cdot 10^4}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 8{,}45 \cdot 10^{22}} = \frac{580}{1{,}6 \cdot 8{,}45} = \underline{43 \frac{cm^2}{V \cdot sec}}$$

Bei einer elektrischen Feldstärke im Kupfer von 0,001 V/cm (entspricht einer Strombelastung von 6 A/cm²) ergibt sich damit eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektronen (nicht der Spannung!) von nur

$$v_e = \mathfrak{E} \cdot b_e = 0{,}001 \cdot 43 \left[\frac{V}{cm} \cdot \frac{cm^2}{V \cdot sec}\right] = \underline{0{,}043 \frac{cm}{sec}}$$

Damit wird besonders deutlich, daß die hohe elektrische Leitfähigkeit der Metalle nicht von einer großen Beweglichkeit der Elektronen, sondern vielmehr von deren großen Anzahl je Volumeneinheit hervorgerufen wird. In der Tabelle 7 sind für eine Anzahl von Metallen die Leitfähigkeit, die Elektronenzahl pro cm³, die Elektronenbeweglichkeit b_e sowie Atomgewicht und Dichte einander gegenübergestellt.

Tabelle 1. Reine Metalle

Metall	Chem. Zeichen	ϱ_{20}	$\varkappa_{20}$	α	τ	Metall	Chem. Zeichen	ϱ_{20}	$\varkappa_{20}$	α	τ
Aluminium	Al	~0,029	34,48	0,00408	225	Nickel	Ni	0,07	14,29	0,0046	197
Antimon	Sb	0,427	2,34	0,0054	165	Niob (Kolumbium)	Nb	0,141	7,1	<0,003	>313
Arsen	As	0,26	3,85	0,047	193	Osmium	Os	0,105	9,52	0,0042	218
Barium	Ba	0,4	2,5	—	—	Palladium	Pd	0,107	9,35	0,0038	243
Beryllium	Be	0,075	13,33	0,0067	129	Platin	Pt	0,108	9,26	0,00398	231
Blei	Pb	0,22	4,54	0,0042	218	Quecksilber	Hg	0,958	1,044	0,0009098	1079
Cer	Ce	0,78 [1])	1,28	—	—	Rhenium	Re	0,21	4,76	0,0031	303
Chrom	Cr	~0,15 [1])	6,67	—	—	Rhodium	Rh	0,047	21,28	0,0044	207
Eisen	Fe	0,096	10,42	0,0052...	172...	Rubidium	Rb	0,12	8,33	0,0053	169
				...0,0062	...141	Ruthenium	Ru	0,0764 [1])	13,09	—	—
Gallium	Ga	0,425	2,35	0,0039	236	Silber (99,98 %)	Ag	0,0163	61,35	0,004	230
Germanium	Ge	~890	~0,00112	0,0014	694	Silizium	Si	$\sim 10^{2}$	$\sim 10^{-2}$	—	—
Gold	Au	0,024	41,67	0,0040	230	Strontium	Sr	0,33	3,03	0,0038	243
Hafnium	Hf	0,32	3,125	0,0044	207	Tantal	Ta	0,13	7,7	0,0033	283
Indium	In	0,09	11,11	0,0049	184	Tellur	Te	~600	~0,0017	—	—
Iridium	Ir	0,049	20,41	0,0041	224	Thallium	Tl	~0,16	~6,25	0,0052	172
Kadmium	Cd	0,068	14,71	0,0042	218	Thorium	Th	0,13	7,7	0,0039	236
Kalium	K	0,07	14,29	0,0054	165	Titan	Ti	0,475 [1])	2,1	0,00423 [1])	216
Kalzium	Ca	0,047	22,28	0,0042	218	Uran	U	0,32	3,125	0,0021	456
Kobalt	Co	0,057	17,54	0,0066	131	Vanadium	V	0,20	5,00	0,0035	266
Kupfer	Cu	0,0172...	58,14...	0,0039...	236...	Wismut	Bi	1,1	0,91	0,0045	202
		...0,0178	...56,18	...0,0042	...218	Wolfram	W	0,055	18,18	0,0048	198
Lithium	Li	0,094	10,64	0,0049	184	Zäsium	Cs	0,209	4,78	0,005	180
Magnesium	Mg	0,044	22,73	0,0041	224	Zink	Zn	0,06	16,67	0,0042	218
		0,100	10,00	0,00017	5860	Zinn	Sn	0,11	9,10	0,0046	197
Mangan	Mn	0,935	1,07	0,00136	715	Zirkonium	Zr	0,41	2,44	0,0044	207
		0,254	3,94	0,00530	169	Zirkonium (handelsübliches Pulver, gepreßt)	Zr	0,49	2,04	0,0044	207
Molybdän	Mo	0,056	17,86	0,0046	197						
Natrium	Na	0,048	20,83	0,0055	162						

[1]) bei 0° C

Bedeutung der Abkürzungen siehe Blatt 2a

Die vorstehende Tabelle gilt für Metalle mit sehr hohem Reinheitsgrad. In der Praxis hat man meist mit Metallen zu tun, die geringe Beimengungen enthalten; diese verändern die angegebenen Werte zum Teil erheblich.

Tabelle 2. Technische Metalle

Metall	ϱ_{20}	$\varkappa_{20}$	α	τ
Aluminium	0,028...	35,70...	0,0036	258
	...0,04	...25,00		
Aluminiumdraht mit 99,6 % Al-Gehalt	0,028	35,7	0,0040	230
Blei	0,22	45,45	0,0040	230
Eisen	0,10...	10,0...	0,0045	202
99,9...99,0 % Fe-Gehalt	...0,15	...6,67		
Eisenblech	0,13	7,7	0,0045	202
Eisenblech leg.	0,27...	3,7...	—	—
1,0...5 % Si-Gehalt	...0,67	...1,5		
Eisen, gegossen	0,6...1,6	1,67...0,625	—	—
	(0,7)	(1,43)		
Kupfer für Leitungen	0,0178	56,18	0,00392	235
Kupfer für Wicklungen	0,0172	58,14	0,00392	235
Nickel	0,09...	10,10...	0,0046	197
	...0,11	...9,1		
Platin	0,10...	10,0...	0,0038	243
	...0,11	...9,1		
Silber	0,0165	60,61	0,0036	258
Stahl	0,10...	10,0...	0,0045...	202...
	...0,25	...4,0	...0,0050	...180
Stahldraht	0,17	5,88	0,0052	172
Tantal	0,15	6,67	0,003	313
Wismut	1,2	0,83	0,004	230
Zink	0,06	16,67	0,0037	250
Zinn	0,12	8,33	0,0044	207

Tabelle 3. Kupfer

Geglühtes Kupfer nach internationalen Normen (ETZ 1914, Seite 366)	$\varrho_{20} = 0{,}01724 = \frac{1}{58}$ $\alpha = 0{,}00393 = \frac{1}{254{,}5}$ Spez. Gewicht $= 8{,}89\ \frac{kg}{dm^3}$
Leitungskupfer nach VDE-Vorschrift Weichgeglühter Draht	Höchstwerte $\varrho_{20} = 0{,}01754 = \frac{1}{57}$
Kaltgereckter Draht mit einer Festigkeit von $30\ \frac{kg}{mm^2}$	
$\varnothing \geqq 1$ mm	$\varrho_{20} = 0{,}01786 = \frac{1}{56}$
$\varnothing < 1$ mm	$\varrho_{20} = 0{,}018183 = \frac{1}{55}$
Weichgeglühter, verzinnter Draht	
$\varnothing \geqq 0{,}3$ mm	$\varrho_{20} = 0{,}0177 = \frac{1}{56{,}5}$
$\varnothing < 0{,}3 \geqq 0{,}1$ mm	$\varrho_{20} = 0{,}01802 = \frac{1}{55{,}5}$
$\varnothing < 0{,}1$ mm	$\varrho_{20} = 0{,}01852 = \frac{1}{54}$

Für überschlägige Rechnungen (unter Berücksichtigung der Erwärmung)
Leitungen: $\varrho = \frac{1}{53}$
Kupferdrähte in elektrischen Maschinen: $\varrho = \frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{46}$

Aluminium als Austauschwerkstoff für Kupfer:

Leitwertgleiche Drähte, bezogen auf gleiche Länge:

Al - Querschnitt	=	1,6 × Cu - Querschnitt
Al - Durchmesser	=	1,27 × Cu - Durchmesser
Al - Gewicht	=	0,5 × Cu - Gewicht

Nachdruck verboten!

Tabelle 4. Legierungen

Name	Chemische Zusammensetzung	Verwendung oder Eigenschaft	ϱ_{20}	$\varkappa_{20}$	α	τ
A. Leichtmetall-Legierungen						
Duralumin	2,5...5,5 Cu, 0,2...1,0 Si, bis 1,2 Mn, 0,2...2,0 Mn, Rest Al	Al-Knetlegierung	0,05	20	0,0041	224
Hydronalium	0,2...1,0 Si, 0,2...0,5 Mn, 3,0...12,0 Mg, Rest Al	Al-Knetlegierung	0,066	15,15	—	—
Lautal	4,4...5,5 Cu, 0,2...0,5 Si, Rest Al	Al-Knetlegierung	0,044	22,73	0,002	480
Silumin	12,0...13,5 Si, Rest Al	Al-Knetlegierung	0,038	26,32	0,004	230
Elektron	Sammelbez. f. versch. Magnesiumleg. m. ca. 90% Mg	—	0,08...0,055	12,5. .18,18	—	—
Aluminiumbronze	80,0 ..98,0 Cu +2...20,0 Al	fest, seewasserbest., Münzmetall	0,13...0,29	7,7...3,45	— 0,001	— 980
B. Sonstige Legierungen						
Bronze	85,0 Cu, 9,0 Zn, 6,0 Sn	Lagerschal., Maschinenb.	0,028... 0,021	35,7...47,6	0,004	230
Chromeisen	37,0 Fe, 30,0 Ni, 25,0 Co, 8,0 Cr	Einschmelzdrähte, Wärmeausdehn. wie Glas	0,6	1,67	0,0016	605
Chromel	89,0...91,0 Ni 4,7...9,8 Cr 0,2...1,9 Mn 0...1,4 Si 0,9...1,01 Fe 0...0,1 C	Thermoelemente	1,1/0,7	0,9/1,43	0,0001/5	9980...1980
Illium	60,0 Ni, 21,0 Cr 6,0 Cu, 5,0 Mo 2,0 W, 1,0 Mn 1,0 Si, 1,0 Al 1,0 Fe, Spuren, C, B, Ti	säurefest	0,916	1,092	0,00048	2063
Invar	35,0...37,0 Ni Rest Fe	sehr kl. therm. Ausdehnungskoeff.	0,75	1,33	0,002	480
Messing	62,0 Cu, 38,0 Zn	Apparatebau	0,07...0,08	14,3...12,5	0,0013... 0,0019	749...506
Phosphorbronze	72,0...95,0 Cu 4,0...12,0 Sn. <20,0 Zn, <0,5 P	Hohe Festigkeit, Lager, Maschinenb.	0,12	8,33	0,004	230
Platin-Iridium	95,0 Pt, 5,0 Ir 90,0 Pt, 10,0 Ir 80,0 Pt, 20,0 Ir	ger. Wärmeausdehnung Thermoelem. Norm.-Maßst.	0,18...0,19 0,24...0,25 0,30...0,31	5,56...5,26 4,17...4,0 3,33...3,23	0,00188 0,00126 0,00081	512 774 1215
Platin-Rhodium	90,0 P, 10,0 Rh	Thermoelem.	0,2	5,0	0,0017	568
Platinsilber	Pt+Ag	—	0,25	4,0	0,0003	3310
Zamak-Lambda (Z 100)	0,8 Al, 0,4 Cu Rest Feinzink (99,99 %)	Zink-, Guß-, Walz-, Drahtlegierung	0,059... 0,060	16,95... 16,67	—	—
C. Widerstands-Legierungen						
Cekas	27,0 Fe, 60,0 Ni 2,0 Mn, 11,0 Cr	Heizwicklung bis 1300° C	bis 1,4	bis 0,7	—	—
Contracid	58,0...61,0 Ni 12,0...19,5 Fe 15,0 Cr 2,0 Mn Mo, W, Co, Be	säurebeständ. chirurg. Instr. Heizwicklg. bis 1050° C	1,16	0,86	—	—
Excello	85,0 Ni, 14,0 C 0,5 Fe, 0,5 Mn	Widerstandsmaterial	0,92	1,09	0,00016	6230
Ferrochronin	Ni+Cr+Fe	Widerstandsmaterial	1,10	0,91	0,0003	3310
Glowray	65,0 Ni, 15,0 C 20,0 Fe	Heizwicklungen	1,06	0,94	veränderlich	—
Isabellin	Al-haltiges Mn - Cu	Widerstandsmat. b. 400° C	0,50	2,0	negativ sehr klein	—
Kanthal	20,0 Cr, 5,0 Al 1,5...3,0 Co Rest Fe	Widerstands- u. Heizdrähte bis 1300° C	1,45	0,69	0,00006 20 - 100° C	16650
Konstantan (Eureka)	60,0 Cu, 40,0 Ni	Wdst.-Draht Thermoelem.	0,49	2,04	0,000002	500000
Kruppin	30,0 Ni, 70,0 Fe	Wdst.-Mat.	0,85	1,18	0,0007	1410
Manganin	84,0...82,0 Cu 12,0...15,0 Mn 2,0...4,0 Ni	Widerstandsmaterial	0,43	2,33	0,000000 bei 25° C	—
30 Mn/70 Cu		Widerstandsmaterial	1,00	1,0	0,00004 bei 0° C	25000
Megapyr	65,0 Fe, 30,0 Cr 50,0 Al (oder: 20,0 Cr, 3,0 Al, 77,0 Fe)	Heizwicklung bis 1350° C	1,4	0,71	0,00004	25000
Nichrom (Chromnick.)	80,0...90,0 Ni 20,0...10,0 Cr	Heizwicklung bis 1150° C	1,1...0,9	0,9...1,1	0,00005... 0,00002	20000... 50000
Neusilber	46,0...66,0 Cu 19,0...31,0 Zn 13,0...36,0 Ni	korrosionsfest	0,35...0,41	2,86...2,44	0,007	123
Nirestit	2,0...4,0 C, 13,0...16,0 Ni, 6,0...8,0 Cu, 2,0...6,0 Cr, Rest Fe	säurebest., unmagn. Gußleg. Kompaßgeh. Hw. b. 700° C	1,18	0,85	—	—
Nickelin	55,0...68,0 Cu 19,0...33,0 Ni < 18 Zn	Widerstandsmaterial	0,4...0,33	2,5...3,0	0,0003	3310
Patentnickel	75,0...75,5 Cu Rest Ni	Widerstandsmaterial	0,34	2,94	0,0002	4980
Resistin	85,0 Cu, 15,0 Mn	Widerstandsmaterial	0,51	1,96	0,000008	125000
Rheotan	53,2 Cu, 25,2 Ni, 16,7 Zn, 4,5 Fe, 0,4 Mn	Widerstandsmaterial	0,53	1,89	0,0004	2500
Sic(h)romal	6,0...20,0 Cr 0,5...1,0 Si 0,6...4,0 Al < 0,12 C Rest Fe	Hitzebeständ. bis 1200° C	bis 1,17	bis 0,85	—	—
Siliziumstahl	4,0 Si, 96,0 Fe	Widerstandsmat. b. 200° C	0,50	2,0	—	—
Therlo	85,0 Cu, 13,0 Mn, 2,0 Al	Widerstandsmaterial	0,47	2,13	0,00001	100000
Ultrasi	18,0...20,0 Cr 3,0...4,0 Al, 0,5...1,0 Si, 0,5 Mn < 0,12 C	Heizwicklg. b. 1200° C und Behälter für chem. Ind.	1,17	0,85	—	—

Bedeutung der Abkürzungen siehe Blatt 2a

Tabelle 5. Heizleiter

Werkstoff	Spezifischer Widerstand ϱ bei Temperaturen von (in Grad Celsius)															Höchste Betriebstemperatur (° C)
	20°	100°	200°	300°	400°	500°	600°	700°	800°	900°	1000°	1100°	1200°	1300°	1500°	
Wolfram [2])	0,055	0,074	0,098	0,125	0,153	0,182	0,211	0,241	0,271	0,301	0,332	0,362	0,394	0,425	0,49	2000
Molybdän [3])	0,055	0,075	—	—	—	—	—	0,23	0,265	0,288	0,315	0,345	0,374	0,403	0,462	1500
Platin	0,10	0,137	0,174	0,21	0,245	0,28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1500
Megapyr	1,40	1,40	1,41	1,41	1,42	1,42	1,42	1,42	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	—	1300
Kanthal	1,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1300
Cr — Al — Stahl (65 Fe, 30 Cr, 5 Al)	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1300
Chromnickel (20 % Cr, 80 % Ni)	1,10	1,12	1,14	1,17	1,17	1,17	1,17	1,16	1,16	1,16	1,17	1,18	—	—	—	1150
Fe— Cr — Ni — Leg. 15/65	1,13	1,15	1,16	1,18	1,19	1,20	1,20	1,20	1,21	1,23	1,24	1,25	—	—	—	1100
Cr — Ni Stahl P 265	1,05	1,09	1,13	1,17	1,20	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31	1,33	—	—	—	—	1000
Chromnickel (62 Ni, 18 Fe, 17 Cr, 3 Mn)	1,13	1,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1000
Cr — Stahl W 18	1,05	1,08	1,11	1,14	1,17	1,21	1,26	1,29	1,31	1,32	1,33	—	—	—	—	1000
Nirestit	1,18	1,26	1,34	1,40	1,46	1,51	1,56	1,62	—	—	—	—	—	—	—	700
unleg. Gußeisen 95,13 Fe, 3,08 C, 1,79 Si	0,70	0,80	0,88	0,99	1,11	1,22	1,33	—	—	—	—	—	—	—	—	600
Isabellin	0,50	0,498	0,496	0,495	0,496	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400
Konstantan	0,50	0,504	0,505	0,506	0,506	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400
Nickel	0,09	0,16	0,22	0,30	0,37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400
Manganin	0,43	0,429	0,428	0,426	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	300
Neusilber	0,55	0,562	0,579	0,589	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	300
Nickelin	0,40	0,408	0,415	0,422	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	300
Siliziumstahl	0,50	0,55	0,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200

[2]) Als Schutzgas für W ist H_2 oder Gemisch aus H_2 und N_2 („Formiergas") zu verwenden.
[3]) Schutzgas wie bei [2]) oder Methylalkohol.

Tabelle 6. Kohlenstoff

Art	Temperatur t (° C)	ϱ_t $\left(\Omega \frac{mm^2}{m}\right)$	$\varkappa_t$ $\left(S \frac{m}{mm^2}\right)$
Graphit	0°	8,0	0,125
	500°	8,3	0,120
	1000°	8,7	0,115
	2000°	10,0	0,1
	2500°	11,0	0,091
Kohlenstoff, rein	0°	35,0	0,0286
	500°	27,0	0,037
	1000°	21,0	0,0476
	2000°	11,0	0,091
	2500°	9,0	0,111
Kohlefäden in Kohlefadenglühlampen	20°	30	0,0333
Kohlestifte, homogen	20°	65	0,0154
Retortenkohle	20°	100	0,01

Tabelle 7. Leitfähigkeit und atomare Größen von Metallen

Metall	Dichte $\frac{g}{cm^3}$	Atomgewicht	N_e [4]) $\frac{1}{cm^3}$	$\varkappa$ $\frac{1}{\Omega \cdot cm}$	b_e [5]) $\frac{cm^2}{V \cdot sec}$
Blei	11,344	207,21	$3,29 \cdot 10^{22}$	$4,54 \cdot 10^4$	8,6
Quecksilber	13,546	200,61	$4,06 \cdot 10^{22}$	$1,044 \cdot 10^4$	1,6
Gold	19,3	197,2	$5,9 \cdot 10^{22}$	$41,67 \cdot 10^4$	44,1
Platin	21,45	195,23	$6,61 \cdot 10^{22}$	$9,26 \cdot 10^4$	8,75
Wolfram	19,3	183,92	$6,32 \cdot 10^{22}$	$18,18 \cdot 10^4$	18,0
Tantal	16,65	180,88	$5,54 \cdot 10^{22}$	$7,7 \cdot 10^4$	8,7
Zinn	7,3	118,70	$3,70 \cdot 10^{22}$	$9,1 \cdot 10^4$	15,4
Silber	10,5	107,88	$5,87 \cdot 10^{22}$	$61,35 \cdot 10^4$	65,3
Molybdän	10,2	95,95	$6,4 \cdot 10^{22}$	$17,86 \cdot 10^4$	17,5
Zink	7,133	65,38	$6,57 \cdot 10^{22}$	$16,67 \cdot 10^4$	15,9
Kupfer	8,92	63,57	$8,45 \cdot 10^{22}$	$58 \cdot 10^4$	43
Nickel	8,80	58,69	$9,026 \cdot 10^{22}$	$14,29 \cdot 10^4$	9,9
Eisen	7,86	55,85	$8,47 \cdot 10^{22}$	$10,42 \cdot 10^4$	7,7
Chrom	6,92	52,01	$8,0 \cdot 10^{22}$	$6,67 \cdot 10^4$	5,2
Aluminium	2,69	26,97	$6,0 \cdot 10^{22}$	$34,48 \cdot 10^4$	36

[4]) [5]) N_e, b_e siehe Text auf Blatt 1.

Bedeutung der Abkürzungen

ϱ_{20} = Spezifischer Widerstand, bezogen auf:

eine Leiterlänge von 1 m
einen Leiterquerschnitt von 1 mm²
eine Temperatur von 20° C

Einheit $1\,\Omega \frac{mm^2}{m}$

$\varkappa_{20}$ = Spezifischer Leitwert $= \frac{1}{\varrho_{20}}$. Bezugswerte wie vorher

Einheit $1\,S \frac{m}{mm^2}$

α = Temperaturkoeffizient des Widerstandes

Ist R_{20} ein bei t = 20° C gegebener Widerstand, so beträgt bei einer beliebigen (höheren oder niedrigeren) Temperatur t der Widerstandswert

$$R_t = R_{20}\left[1 + \alpha\,(t - 20)\right]$$

Errechnung von Übertemperaturen $t_ü = t_2 - t_1$ mit Hilfe von α:

$$t_ü = \frac{R_2 - R_1}{\alpha\, R_1} \quad [°C]$$

R_2 = Widerstand bei der Temperatur t_2
R_1 = Widerstand bei der Temperatur t_1
gültig für alle technischen Zwecke bis etwa 200° C

Ist der Kaltwiderstand R_k nicht für t = 20° C (R_{20}) gegeben, sondern für eine beliebige Temperatur t_k und wird der Widerstand R_w bei einer beliebigen höheren Temperatur t_w gesucht, so ist folgende Formel bequemer:

$$\frac{R_w}{R_k} = \frac{\tau + t_w}{\tau + t_k} \qquad \text{wobei} \qquad \tau = \frac{1}{\alpha} - 20$$

den Tabellen ebenfalls entnommen werden kann.

Merkwert für α bei den meisten Metallen:

Der Widerstand steigt um ca. 0,4 % je 1° C Temperaturerhöhung.

Nachdruck verboten!

Die Berechnung von Drosseln, Netztransformatoren und Nf-Übertragern

Von Ingenieur Otto Limann

1. Fortsetzung

Induktivitätskonstante

Unter sonst gleichbleibenden Bedingungen (Kernquerschnitt, Eisenweglänge, Permeabilität) kann man in der Formel

$$L = 1{,}3 \cdot \frac{\mu \cdot w^2 \cdot Q_E}{10^8 \cdot l_E} \qquad (3)$$

die entsprechenden Faktoren zu der *Induktivitätskonstante* A_L zusammenziehen und erhält

$$L = A_L \cdot w^2 \qquad (5)$$

Man kann also auf den Kern die berechnete Wicklung aufbringen und die Selbstinduktion messen. Dabei muß jedoch etwa die gleiche Meßwechselspannung an der Spule liegen wie im Betrieb, denn sonst ändert sich das μ! Aus gemessener Selbstinduktion L und bekannter Windungszahl w kann man das für die Spule typische A_L errechnen

$$A_L = \frac{L}{w^2}$$

und damit für ähnliche Spulen auf gleichem Kern die Windungszahlen schnell ermitteln. Soll jedoch nur die Windungszahl einer bereits gewickelten Musterspule korrigiert werden, so gilt:

$$A_L = \frac{L}{w^2} = \frac{L_1}{w_1^2}; \quad w = w_1 \sqrt{\frac{L}{L_1}} \qquad (6)$$

Angenommen, die Messung der im vorhergehenden Beispiel[1]) berechneten Spule mit n_1 = 5000 Wdg. habe einen Wert L_1 = 28,4 H ergeben. Gewünscht wird jedoch der genaue Sollwert L = 25 H. Dann ist die korrigierte Windungszahl

$$w = 5000 \cdot \sqrt{\frac{25}{28{,}4}} = 4700 \text{ Wdg.}$$

Eisenkernspulen mit Luftspalt

a) Vereinfachte Rechnung

Spulen für größere Wechselspannungen oder mit Gleichstrombelastung erfordern einen Luftspalt. Ohne Luftspalt wird der Eisenkern übersteuert und die Kurvenform der angelegten Wechselspannung verzerrt. Außerdem wird das Eisen gesättigt und die Selbstinduktion stark herabgesetzt. Bei der angenäherten Berechnung einer Selbstinduktion mit Luftspalt kann der magnetische Widerstand des Eisenweges gegenüber dem des Luftspaltes vernachlässigt werden. Die gesamte Windungszahl ist gewissermaßen auf eine ganz kurze Luftspule konzentriert. Das Eisen dient nach *Bild 13* nur dazu, den Spulenring zu schließen. Dabei ist wiederum die Form des Eisens, rund oder rechteckig, unmaßgeblich.

Damit gilt ebenfalls die bereits bekannte Formel für die Selbstinduktion einer Ringspule, lediglich daß anstelle der mittleren Länge der Wicklung die Luftspaltlänge δ einzusetzen ist

$$L = 1{,}3 \cdot \frac{w^2 \cdot Q_E}{10^8 \cdot \delta_{cm}} \qquad (7)$$

Wird der Luftspalt in mm angegeben, dann muß es heißen:

$$L = 1{,}3 \cdot \frac{w^2 \cdot Q_E}{10^7 \cdot \delta_{mm}} \qquad (7a)$$

[1]) FUNKSCHAU 1958, Heft 1, Seite 7

Gesucht wird meist die Windungszahl, sie ergibt sich daraus zu

$$w = 900 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot L \cdot \delta}{Q_E}}$$

Diese überschlägliche Rechnung ergibt Werte, die etwa 5...10 % zu klein sind, denn in Wirklichkeit werden die Feldlinien nicht genau im geometrischen Querschnitt des Luftspaltes verlaufen, sondern ein Teil geht durch Streuung verloren. Man muß also die Windungszahl um etwa 10 % vergrößern und kommt zu der bekannten Formel[2])

$$w = 1000 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot L \cdot \delta}{Q_E}} \qquad (8)$$

Die Luftspaltlänge δ muß in einem gewissen Verhältnis zum Spulenquerschnitt stehen. Bei einem großen Eisenkern hat es wenig Sinn, den Luftspalt nur 0,1 mm zu machen, Die Eigenschaften der Spule würden dann doch zum überwiegenden Teil vom Eisen bestimmt werden. Andererseits wird man bei einem kleinen Kern keinen zu großen Luftspalt vorsehen, weil dann das Eisen zu wenig Einfluß hat, und man zuviel Kupferwindungen benötigt. Einen Anhaltspunkt für die Bemessung des Luftspaltes gilt die Faustformel

$$\delta_{mm} = 0{,}4 \cdot \sqrt{Q_{E_{cm}^2}} \qquad (9)$$

in der die Abhängigkeit vom Querschnitt enthalten ist. Für M-Kerne sind die handelsüblichen Luftspalte in *Tafel 5* angegeben.

Beispiel: Die Primärwicklung eines Ausgangsübertragers soll eine Selbstinduktion von 14 H erhalten. Gewählt wurde ein Kern EI 48 nach Tafel 2 (Die Wahl des Kernes wird im noch folgenden Teil „Der Transformator als Widerstandswandler" behandelt.) Der Luftspalt ergibt sich zu $\delta = 0{,}4 \cdot \sqrt{2{,}6} = 0{,}64$ mm, abgerundet auf 0,6 mm Dann ist

$$w = 1000 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 14 \cdot 0{,}6}{2{,}6}} \approx 5700 \text{ Wdg.}$$

Die Berechnung des Wickelraumes, des Drahtdurchmessers und des ohmschen Widerstandes erfolgt wie in FUNKSCHAU 1958, Heft 1, Seite 7. Bei einem Ausgangsübertrager wählt man den Wickelquerschnitt der Primärwicklung etwas größer als den für die Sekundärwicklung (etwa 60 % des Gesamtquerschnittes), weil primär zusätzlich der Anodengleichstrom fließt. Der errechnete Luftspalt δ = 0,6 mm wird durch Einfügen eines 0,3 mm starken Hartpapierplättchens zwischen E-Kern und Joch eingestellt, da nach Bild 3 beim EI-Kern die Luftspaltlänge sich aus zwei Teilabständen a zusammensetzt.

b) Berücksichtigung des Eisenweges

Soll der Einfluß des Eisens auf die Selbstinduktion berücksichtigt werden, so gilt

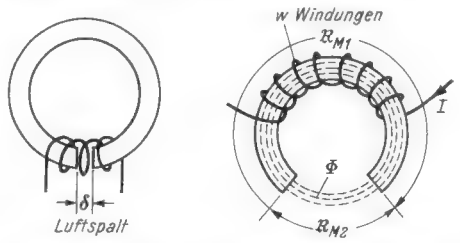
$$L = 1{,}3 \cdot \frac{\mu \cdot w^2 \cdot Q_E}{10^8 \left(\delta + 1{,}1 \frac{l_E}{\mu}\right)} \qquad (10)$$

Gegenüber der entsprechenden Formel in Abschnitt a ist also anstelle des Eisenweges l_E der Klammerwert unter dem Bruchstrich getreten. Er besagt folgendes: Die gesamte Weglänge setzt sich zusammen aus dem eigentlichen Luftspalt δ und $1{,}1 \cdot \frac{l_E}{\mu}$ = 1,1 mal Eisenweglänge geteilt durch μ.

[2]) Limann, Funktechnik ohne Ballast, 4. Auflage, Seite 188...189. Dort findet sich auch ein Nomogramm zur schnellen Auswertung der Formel.

Die Zahl 1,1 berücksichtigt dabei überschläglich Feldlinien, die sich außerhalb des Eisenweges schließen. Der Faktor für das Eisen wirkt sich jedoch erst dann stark aus, wenn der Eisenweg in die Größenordnung des μ-fachen Luftweges kommt. Ein Zahlenbeispiel: δ = 1 mm, μ = 700. Dann müßte sein l_E = 700 · 1 = 700 mm = 70 cm. Ein Kernblech mit so langem Eisenweg gibt es aber bei den Kleintransformatoren nicht.

Um aber doch den Einfluß des Eisens zu überprüfen, geht man am besten so vor, daß man zunächst das Glied $1{,}1 \cdot \frac{l_E}{\mu}$ außer acht läßt und nur mit δ die Windungszahl für die



Links: Bild 13. Bei einer Eisenspule mit Luftspalt konzentriert sich theoretisch die gesamte Wicklung auf eine ganz kurze Luftspule. Der Eisenkern schließt lediglich die Kraftlinien

Rechts: Bild 14. Magnetischer Kreis mit Eisenweg und Luftspalt

gewünschte Selbstinduktion ausrechnet. Mit Hilfe dieser Windungszahl läßt sich das μ für die betriebsmäßige Felddichte $\mathfrak{B}$ ermitteln. Dieses μ wird in die zuvor genannte Formel eingesetzt, und man erhält damit die tatsächliche Selbstinduktion. Weicht sie zu stark vom Sollwert ab, dann korrigiert man die Windungszahl entsprechend der Beziehung

$$w = w_1 \cdot \sqrt{\frac{L}{L_1}} \qquad (6)$$

und wiederholt u. U. die Rechnung bzw. wickelt nun eine Musterspule und mißt den Wert nach.

Um den Einfluß des Eisens zu berücksichtigen, wird folgende Überlegung eingeschaltet:

Bei einer Eisenkernspule mit Luftspalt besteht der magnetische Kreis nach *Bild 14* aus zwei magnetischen Widerständen $\mathfrak{R}_{M1}$ und $\mathfrak{R}_{M2}$. Ebenso wie im elektrischen Kreis die Stromstärke überall gleich ist, muß im magnetischen Kreis der magnetische Fluß $\Phi = Q \cdot \mathfrak{B}$ überall gleich sein. Im Eisen und im Luftspalt herrscht also zunächst die gleiche Felddichte $\mathfrak{B}$. Der magnetische Fluß kommt zustande durch die magnetmotorische Kraft (MMK). Sie entspricht der Spannung im elektrischen Kreis und ist um so größer, je mehr Windungen die Spule hat und je höher der darin fließende Strom ist

$$MMK = 0{,}4 \cdot \pi \cdot I \cdot w \qquad (11)$$

Tafel 5. Luftspalte für Kernbleche M 20 bis M 102 nach DIN 41302

Blech	Luftspalt mm					Gebräuchliche Blechdicken mm
M 20	–	0,3	–	–	–	bis 0,15
M 30	–	0,3	–	–	–	bis 0,15
M 42	0	0,3	0,5	1	–	bis 0,5
M 55	0	0,3	0,5	1	–	0,1 bis 0,5
M 65	0	–	0,5	1	–	0,1 bis 0,5
M 74	0	–	0,5	1	–	0,15 bis 0,5
M 85	0	–	0,5	1	2	0,35 und 0.5
M 102	0	–	0,5	1	2	0,35 und 0,5

Bei Luftspalt 0 ist das Blech nur aufgetrennt. Dabei muß sich der Mittelsteg glatt in das Blech einfügen lassen. Luftspalt 0,3 mm ist nur für Blechdicken bis 0,15 mm bestimmt.

Tafel 3. Rechnungswerte für Blechpakete mit Philbert-Schnitten

			P 40	P 44		P 54	P 60	P 68	P 76	P 86	P 96	P 108	P 120	P 134	
(1)	Max. Leistung	VA	4	7	12	20	32	50	78	120	175	250	350	500	VA
(2)	Paketbreite	mm	30	33	36	40,5	45	54	57	64,5	72	81	90	100,5	mm
(3)	Pakethöhe	mm	60	66	72	81	90	102	114	127	144	162	180	201	mm
(4)	Paketdicke	mm	16	17	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	mm
(5)	Eisenquerschnitt (brutto)	cm²	1,60	1,87	2,16	2,70	3,30	4,25	5,32	6,88	8,64	10,8	13,5	16,8	cm²
(6)	Eisengewicht	kg	0,16	0,21	0,26	0,37	0,50	0,73	1,0	1,5	2,1	3,0	4,1	5,7	kg
(7)	Eisenweglänge	cm	9,0	10,0	10,8	12,0	13,5	15	17	19	21	24	27	30	cm
(8)	Windungslänge innen	cm	6,5	7,0	7,5	8,5	9,4	10,5	11,8	13,3	14,8	16,8	18,7	20,7	cm
(9)	Windungslänge mitte	cm	8,0	8,6	9,2	10,4	11,5	12,8	14,5	16,3	18,2	20,6	22,9	24,5	cm
(10)	Windungslänge außen	cm	8,7	9,4	10,1	11,5	12,7	14,2	16,0	18,0	20,1	22,8	25,3	28,0	cm
(11)	Max. Felddichte	kG	13,5	13,5	13,5	13,0	13,0	13,0	12,5	12,5	12,5	12,0	12,0	12,0	kG
(12)	Max. Stromdichte innen	A/mm²	4,5	4,1	3,8	3,7	3,4	3,1	3,0	2,8	2,6	2,5	2,3	2,1	A/mm²
(13)	Max. Stromdichte außen	A/mm²	5,5	5,1	4,6	4,2	3,9	3,6	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5	2,3	A/mm²
(14)	Fensterquerschnitt (brutto)	cm²	3,0	3,6	4,3	5,4	6,7	8,6	10,8	13,8	17,3	22	27	33	cm²
(15)	Nutzbare Wickelbreite	mm	22,5	28,5	31,5	35,5	39,5	45,5	50,0	57,5	65,0	72,5	81	91	mm
(16)	Nutzbare Wickelhöhe	mm	3,8	4,3	4,8	5,3	6,0	6,9	7,7	8,8	10,0	10,8	12,2	13,7	mm
(17)	Max. Eisenverlust	W	1,0	1,3	1,6	1,7	2,4	3,4	3,5	5,0	7,0	6,8	9,3	13	W
(18)	Max. Kupferverlust	W	1,6	2,3	3,4	4,6	5,4	6,6	9,2	11,0	13,0	18,5	22	26	W
(19)	Wirkungsgrad	%	61	66	71	76	80	83	86	88	90	91	92	93	%
(20)	Kupfergewicht	kg	0,05	0,07	0,09	0,14	0,20	0,30	0,42	0,62	0,88	1,25	1,7	2,4	kg
(21)	Leerlaufstrom (bei 220 V)	mA	7	9	12	15	19	26	33	45	60	75	100	140	mA

Bemerkungen zu Tafel 3

Spalte	Bezeichnung	Bemerkungen
1	Max. Leistung	Höchstlast; bei unterteilten Wicklungen ist die max. übertragbare Leistung ca. 20 % geringer. Ferner geht man bei Breitband - Übertragern bis auf 55...60 % des Maximalwertes herunter
2	Paketbreite	Quer zum Spulenkörper
3	Pakethöhe	In Längsrichtung des Spulenkörpers
4	Paketdicke	Gesamtdicke der aufeinander gestapelten Bleche
5	Eisenquerschnitt	Bruttoquerschnitt; Nettoquerschnitt für Bleche ohne Papierisolation 0,95 Q_E, für papierisolierte Bleche 0,85...0,9 Q_E
6	Eisengewicht	Richtwert! Fertiggewicht abhängig von der Blechbeschaffenheit (lackiert, narbig, evtl. verbogen) und vom festen Stopfen
7	Eisenweglänge	Bei P-Kernen gilt die *wirksame* Eisenweglänge unter Berücksichtigung des verstärkten Joches
11	Felddichte	Bei maximal ausgenutzter Leistung des Kernes. Bei geringerer Last kann man um 0,5... 1 kG höher gehen. Bei P-Kernen kann man sogar allgemein bis zu 2,5 kG höher gehen. Die dabei größeren Eisenverluste werden ausgeglichen durch den geringeren Widerstand des Kupfers (kleinere Windungszahl)
12, 13	Stromdichte	Für 60...65° C Übertemperatur in den Wicklungen
14	Fensterquerschnitt	Max. verfügbarer Wickelraum für äußerste Ausnutzung, z. B. durch freitragende Wickel. Bei Zweischenkelwicklung (P-Kerne) Aufteilung in zwei Spulenkörper beachten
15, 16	Wickelbreite und Höhe	Richtwerte! Die genauen Werte hängen von der Art des Spulenkörpers ab, z. B. gepreßt, gewickelt, gespritzt oder Schachtelbauweise
17	Max. Eisenverlust	Der Eisenverlust ist in der Praxis um etwa 20% höher als der aus Eisengewicht und Verlustziffer des Bleches errechnete. Die Tafeln enthalten die wirklichen Eisenverluste
18	Max. Kupferverlust	Bei Höchstlast

Diese MMK erzeugt nun gewissermaßen an den magnetischen Widerständen „magnetische Spannungsabfälle". d. h. wenn man die Amperewindungen als Maßeinheit benutzt, dann entfällt auf den hohen magnetischen Widerstand des Luftspaltes eine größere Zahl von Amperewindungen als auf das Eisen. Der magnetische Widerstand ist um so größer, je länger das betreffende Teilstück ist und je kleiner der Querschnitt und die Permeabilität μ sind. (Durch Eisen mit großem μ kommt der Fluß leichter zustande.) Der magnetische Widerstand folgt also der Beziehung

$$\mathfrak{R}_M = \frac{l}{\mu \cdot Q} \qquad (13)$$

Somit ergibt sich für den magnetischen Kreis analog zum Ohmschen Gesetz

$$U = I \cdot R \quad \underbrace{0{,}4\,\pi\, I\, w}_{\text{MMK}} = \underbrace{\Phi}_{\text{Fluß}} \cdot \underbrace{\frac{l}{\mu \cdot Q}}_{\text{magn. Widerstand}} \qquad (14)$$

Für einen Kreis mit verschiedenen magnetischen Widerständen gilt

$$0{,}4\,\pi\, I\, w = \Phi \frac{l_1}{\mu_1 \cdot Q_1} + \Phi \frac{l_2}{\mu_2 \cdot Q_2}$$

oder vereinfacht und auf den Eisenkern mit Luftspalt zugeschnitten

$$1{,}25\, I\, w = \Phi \frac{l_E}{\mu \cdot Q_E} + \Phi \frac{\delta}{Q_E} \qquad (15)$$

Nun ist das Rechnen mit dem Gesamtfluß unbequem, da in den Magnetisierungskurven stets $\mathfrak{B}$ angegeben ist. Eingangs war festgelegt

$$\Phi = \mathfrak{B} \cdot Q, \text{ also ist } \mathfrak{B} = \frac{\Phi}{Q}$$

Dieser Ausdruck $\frac{\Phi}{Q}$ ist aber in den beiden linken Gliedern der Gleichung (15) enthalten, so daß man schreiben kann

$$1{,}25\, I\, w = \mathfrak{B} \frac{l_E}{\mu} + \mathfrak{B} \cdot \delta$$

oder

$$I\, w = 0{,}8\, \mathfrak{B} \frac{l_E}{\mu} + 0{,}8\, \mathfrak{B} \cdot \delta \qquad (16)$$

Die gesamte Amperewindungszahl I w des Kreises teilt sich also in diesem Verhältnis auf die beiden magnetischen Widerstände auf. Während sich nun für ein beliebiges $\mathfrak{B}$ die Zahl der Amperewindungen für den Luftspalt leicht finden läßt, nämlich

$$(I\, w)_{\text{Luft}} = 0{,}8\, \mathfrak{B}\, \delta$$

ergibt sich beim Eisen wieder die Schwierigkeit, daß zu jedem $\mathfrak{B}$ ein anderes μ gehört, das jeweils aus einer Kurve für die betreffende Eisensorte entnommen werden muß.

$$(I\, w)_{\text{Eisen}} = 0{,}8 \cdot \mathfrak{B} \frac{l_E}{\mu}$$

Da für eine Spule mit Luftspalt nur die gesamte Amperewindungszahl bekannt ist, muß punktweise ein Diagramm für die einzelnen Aw-Zahlen ausgerechnet werden. Aus diesem Diagramm kann dann rückwärts für die bekannte Gesamt-Aw-Zahl die Felddichte $\mathfrak{B}$ entnommen und dafür aus der Magnetisierungskurve das wirksame μ des Eisens ermittelt werden. Mit diesem μ erhält man dann den Wert für die Selbstinduktion nach der Formel

$$L = 1{,}3 \cdot \frac{w^2 \cdot Q_E}{10^8 \left(\delta + 1{,}1 \frac{l_E}{\mu}\right)} \qquad (10)$$

Rechnungsbeispiel: Die Primärwicklung eines Ausgangsübertragers für eine Röhre EL 84 mit rd. 50 mA Anodenstrom soll eine Selbstinduktion von 17 H erhalten. Vorgesehen wurde ein Kern EI 78 mit $Q_E = 6{,}8$ cm² und $l_E = 15{,}6$ cm; der Luftspalt wird eingestellt auf $0{,}4 \cdot \sqrt{Q_E} = 0{,}4 \cdot \sqrt{6{,}8} \approx 1$ mm.

Dann wird nach der vereinfachten Formel $w = 1000 \cdot \sqrt{\frac{10\, L\, \delta}{Q_E}}$ die vorläufige Windungszahl berechnet

$$w = 1000 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 17 \cdot 1}{6{,}8}} = 5000 \text{ Wdg.}$$

Nun wird eine Tabelle aufgestellt, in der für eine Reihe von angenommenen $\mathfrak{B}$-Werten die jeweils erforderlichen Amperewindungszahlen für den betreffenden Kern und die gewählte Eisensorte ausgerechnet werden. Für das Eisen, Dynamoblech IV, ist zu jedem $\mathfrak{B}$ der Wert μ aus Bild 12 zu entnehmen.

Die Werte für die gesamte Amperewindungszahl werden in Abhängigkeit von $\mathfrak{B}$ in ein Diagramm Bild 15 aufgetragen.

Tafel 4. Abmessungen und Eigenschaften von Kupferdrähten

Draht-⌀ d_{Cu} mm	Draht-⌀ mit Lack $d_{Cu\,L}$ mm	Draht-Querschnitt q_{Cu} mm²	Gewicht G_{Cu} g/m	Widerstand R_{Cu} Ω/m	Windgs.-zahl je cm² n_F $\frac{1}{cm^2}$	Höchststrom i = 2,55 I_{max} A	Draht-⌀ d_{Cu} mm	Draht-⌀ mit Lack $d_{Cu\,L}$ mm	Draht-Querschnitt q_{Cu} mm²	Gewicht G_{Cu} g/m	Widerstand R_{Cu} Ω/m	Windgs.-zahl je cm² n_F $\frac{1}{cm^2}$	Höchststrom i = 2,55 I_{max} A
0,05	0,062	0,0020	0,019	8,94	20 000	0,005	0,36	0,39	0,102	0,940	0,1724	540	0,259
0,06	0,075	0,0028	0,027	6,21	15 000	0,007	0,37	0,40	0,108	0,994	0,1632	520	0,274
0,07	0,085	0,0039	0,037	4,56	11 000	0,010	0,38	0,41	0,113	1,046	0,1547	500	0,289
0,08	0,095	0,0050	0,048	3,49	9 000	0,013	0,39	0,42	0,120	1,102	0,1469	475	0,304
0,09	0,108	0,0064	0,060	2,76	7 000	0,016	0,40	0,43	0,126	1,160	0,1396	450	0,320
0,10	0,115	0,0079	0,074	2,23	6 000	0,020	0,42	0,45	0,139	1,278	0,1266	420	0,353
0,11	0,13	0,0095	0,085	1,84	5 000	0,024	0,43	0,46	0,145	1,342	0,1209	390	0,370
0,12	0,14	0,0113	0,105	1,55	4 400	0,029	0,45	0,48	0,159	1,480	0,1103	370	0,405
0,13	0,15	0,0133	0,120	1,32	3 600	0,034	0,47	0,50	0,173	1,610	0,1012	330	0,442
0,14	0,16	0,0154	0,143	1,14	3 200	0,039	0,48	0,51	0,181	1,680	0,0970	320	0,461
0,15	0,17	0,0177	0,164	0,99	2 800	0,045	0,50	0,54	0,196	1,830	0,0894	300	0,500
0,16	0,18	0,0211	0,186	0,87	2 500	0,051	0,55	0,59	0,238	2,200	0,0738	250	0,605
0,17	0,19	0,0227	0,210	0,773	2 250	0,058	0,60	0,64	0,283	2,62	0,0621	210	0,720
0,18	0,20	0,0254	0,235	0,689	2 000	0,065	0,65	0,69	0,334	2,97	0,0526	180	0,845
0,19	0,21	0,0284	0,260	0,619	1 800	0,072	0,70	0,74	0,385	3,43	0,0455	160	0,980
0,20	0,22	0,0314	0,289	0,557	1 650	0,080	0,75	0,79	0,444	3,95	0,0395	140	1,125
0,21	0,23	0,0346	0,330	0,507	1 500	0,088	0,80	0,84	0,504	4,48	0,0348	120	1,280
0,22	0,24	0,038	0,350	0,460	1 400	0,097	0,85	0,90	0,570	5,07	0,0308	110	1,445
0,23	0,25	0,042	0,390	0,422	1 300	0,106	0,90	0,93	0,636	5,66	0,0275	100	1,620
0,24	0,26	0,045	0,425	0,388	1 250	0,116	0,95	1,00	0,711	6,34	0,0246	90	1,805
0,25	0,27	0,049	0,460	0,357	1 100	0,125	1,00	1,05	0,786	7,00	0,0223	83	2,000
							1,10	1,16	0,951	8,46	0,0184	67	2,420
0,26	0,285	0,053	0,495	0,330	1 000	0,135	1,20	1,26	1,131	10,09	0,0155	55	2,880
0,27	0,295	0,057	0,533	0,306	950	0,145	1,30	1,36	1,329	11,81	0,0132	45	3,380
0,28	0,305	0,062	0,571	0,285	870	0,157	1,40	1,46	1,540	13,70	0,0114	40	3,920
0,29	0,315	0,066	0,612	0,266	800	0,168	1,50	1,56	1,770	15,75	0,0099	33	4,500
0,30	0,33	0,071	0,645	0,248	770	0,180	1,60	1,66	2,015	17,91	0,0087	28	5,120
0,31	0,34	0,075	0,696	0,232	720	0,192	1,70	1,76	2,275	20,20	0,0077	24	5,780
0,32	0,35	0,080	0,740	0,218	690	0,205	1,75	1,81	2,365	21,50	0,0073	20	6,125
0,33	0,36	0,086	0,786	0,2051	650	0,218	1,80	1,86	2,545	22,65	0,0069	17	6,480
0,34	0,37	0,091	0,835	0,1932	600	0,231	1,90	1,96	2,840	25,15	0,0062	14	7,220
0,35	0,38	0,096	0,890	0,1824	580	0,245	2,00	2,07	3,142	28,00	0,0056	12	8,000

Wie die Tabelle und dieses Bild erkennen lassen, ist der Einfluß der $(Aw)_{Eisen}$ bzw. des sich ändernden Permeabilitätswertes μ verschwindend gering. Die Kurve verläuft praktisch linear, d. h. bei größerer Stromstärke nimmt auch die Felddichte genau proportional zu; es sind keine Sättigungs- oder Übersteuerungserscheinungen zu befürchten. Aus dieser Kurve ermittelt man nun die Felddichte $\mathfrak{B}$ für die herrschende Aw-Zahl. Der Anodenstrom durch die Wicklung beträgt 50 mA = 0,05 A, w = 5000

$$I \cdot w = 0{,}05 \cdot 5000 = 250 \text{ Aw}$$

Für 250 Aw herrscht nach Bild 15 eine Felddichte von 3000 Gauß. Für diese 3000 Gauß entnimmt man nun aus der Kurve für das verwendete Dynamoblech IV (Bild 12) ein μ von 4100. Dies ist das μ, mit dem endgültig gerechnet wird.

Tabelle zum Berechnungsbeispiel

$\mathfrak{B}$	$(Aw)_{Luft} = 0{,}8\,\mathfrak{B}\,\delta$ cm	μ Eisen Aus Bild 12	$(Aw)_{Eisen} = 0{,}8 \cdot \mathfrak{B} \cdot \frac{l_E}{\mu}$	Aw_{gesamt}
10	0,8	640	0,195	0,995
20	1,6	700	0,356	1,956
50	4,0	850	0,75	4,75
100	8	1050	1,19	9,19
200	16	1350	1,85	17,85
500	40	1950	3,2	43,2
1 000	80	2500	5,0	85,0
2 000	160	3400	7,4	167,4
5 000	400	4400	14,2	414,2
10 000	800	2100	59,5	859,5

$$L = 1{,}3 \cdot \frac{w^2 \cdot Q_E}{10^8 \left(\delta + 1{,}1 \frac{l_E}{\mu}\right)} =$$

$$= 1{,}3 \cdot \frac{25 \cdot 10^6 \cdot 6{,}8}{10^8 \left(0{,}1 + 1{,}1 \cdot \frac{15{,}6}{4100}\right)} = 21{,}2 \text{ H.}$$

Verlangt wurden 17 H, die Selbstinduktion ist also sogar größer, was man bei einem Ausgangsübertrager gern in Kauf nimmt. Wenn man jedoch scharf rechnen muß und Kupfer sparen will, korrigiert man die Windungszahl nach der Formel

$$w = 5000 \cdot \sqrt{\frac{L}{L_1}}$$

$$w = 5000 \cdot \sqrt{\frac{17}{21{,}2}} \approx 4500 \text{ Wdg.}$$

Eine nochmalige Korrekturrechnung mit

$I\,w = 0{,}05 \cdot 4500 = 225$ Aw

ergibt

$\mathfrak{B} = 2700$ Gauß und

dafür aus Bild 12

μ = 4000.

Der Unterschied gegenüber μ = 4100 ist so gering und zudem hat das Glied $\frac{l_E}{\mu}$ so wenig Einfluß, daß man auf das Weiterrechnen verzichten kann. Man wird vielmehr jetzt mit w = 4500 Wdg. eine Musterspule wickeln und den L-Wert durch Messen nachprüfen.

Für die Berechnung der Drahtstärke und des Wickelraumes folgen Beispiele in den nächsten Abschnitten.

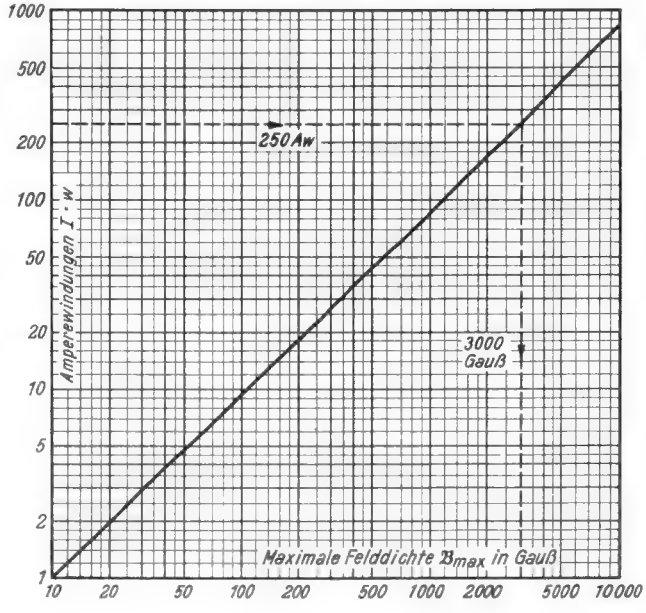


Bild 15. Ampere-Windungs-Diagramm einer Eisenspule mit Luftspalt

Kleiner Dämmerungsschalter

Mancher wird sicher schon beobachtet haben, wie die elektrische Beleuchtung ganzer Straßenzüge bei sinkender Tageshelligkeit aufflammt. In einigen Gegenden beginnen sogar die Lampen getrennt voneinander zu leuchten, so daß eine Straßenlaterne, die in einem dunklen Häuserwinkel steht, bereits früher eingeschaltet wird als alle anderen. Auch bei großen Geschäftshäusern kann man beobachten, daß jeden Abend bei etwa gleicher Helligkeit, unabhängig von der jeweiligen Witterung und Jahreszeit, die Schaufensterbeleuchtung eingeschaltet und morgens wieder ausgeschaltet wird. Dies wird in den meisten Fällen durch *Dämmerungsschalter* bewirkt. Wie das Wort bereits andeutet, handelt es sich hierbei um lichtempfindliche Steuergeräte.

Die Schaltung

Für ein solches Gerät gibt es viele Schaltungsmöglichkeiten. Im folgenden soll nun ein Modell beschrieben werden, das mit einem Minimum an Schaltungsaufwand noch sicher arbeitet. Es wurde mit einer Gasentladungsröhre mit kalter Katode ausgerüstet. Der Hauptvorteil liegt darin, daß sich diese Röhre in der Bereitschaftschaltung, wenn sie also noch nicht gezündet hat, nicht abnutzt und somit die Lebensdauer erheblich erhöht wird. Für Kaltkatodenröhren mit Reinmetallkatode wird von den Herstellern eine Lebensdauer von ca. 25 000 Stunden angegeben. Rechnet man, daß das Gerät im Jahresschnitt 12 Stunden täglich eingeschaltet ist, so ergibt sich eine Lebensdauer von rund 2080 Tagen. Man würde also 5½ Jahre ohne Röhrenwechsel mit einem solchen Schalter arbeiten können. Dies bedeutet eine hohe Betriebssicherheit. Hinzu kommt noch der sehr geringe Strombedarf. Da die Heizung entfällt, wird nur im geschalteten Zustand ein merklicher Stromverbrauch auftreten.

Schwieriger ist die Auswahl eines geeigneten lichtempfindlichen Gliedes für den Dämmerungsschalter. Da Kaltkatodenröhren eine hohe Starterzündspannung haben, scheiden *Fotoelemente* hierfür aus. Auch die Zündspannung der meisten handelsüblichen *Fotozellen* liegt so niedrig, daß man sie nur mit Gleichspannung betreiben oder unter Anwendung besonderer Schaltungsmaßnahmen verwenden kann. Deshalb wurde hier ein *Fotowiderstand* angewendet.

Bild 1 zeigt die Schaltung des ausgeführten Dämmerungsschalters. Die Widerstände R 1, R 2, R 3 und der Fotowiderstand F stellen einen Spannungsteiler mit veränderlichem Teilerverhältnis dar, das sich mit der Beleuchtung des Fotowiderstandes F ändert. Übersteigt die Spannung im Punkt B die Starterzündspannung, so zündet die Strecke Starter–Katode die Glimmtriode und hierdurch auch die Strecke Anode–Katode. Das Relais A zieht an und schließt den Kontakt a 1. Dadurch wird der Teil R 1 des Spannungsteilers kurzgeschlossen und die Spannung im Punkt B noch weiter erhöht, so daß die Zündspannung mit Sicherheit während jeder positiven Halbwelle des Wechselstromes wieder erreicht wird. Erst bei einer größeren Helligkeitsänderung setzt die Zündung wieder aus. Durch diese Maßnahme werden Flackererscheinungen vermieden. Der Kondensator C 2 parallel zum Relais A hat die Aufgabe, bei kurzzeitigen Helligkeitsschwankungen, wie z. B. durch einen dicht vorüberfliegenden Vogel am Tage oder durch einen Blitz bei Nacht, das Flackern zu vermeiden. Der zweite Relaiskontakt a 2 bildet den eigentlichen Arbeitskontakt für den zu schaltenden Stromkreis.

Aufbau des Gerätes

Beim Aufbau des Mustergerätes wurde besonderer Wert auf möglichst kleine Abmessungen gelegt. Um einen Trenntransformator zu sparen, wurde ein Isoliergehäuse mit den Abmessungen von *Bild 2* verwendet. Die Montageplatte in *Bild 3* besteht aus Hartpapier, jedoch ließ sich nicht vermeiden, daß einige Befestigungsschrauben von unten her zugängig sind. Deshalb sind unbedingt die Metallmontagewinkel im Innern des Gerätes mit der Schutzerde (Klemme 3) zu verbinden. Verdrahtung und Montage bieten keine Schwierigkeiten. Im Modell wurde zur Betätigung ein Umschaltkontakt a 2 vorgesehen, um beliebige Vorgänge schalten zu können.

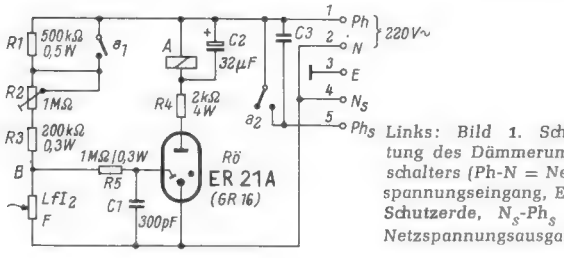
Inbetriebnahme

Ist das Gerät fertig verdrahtet und auf Schaltfehler durchgesehen, so wird es über die Klemmen Ph und N an das Lichtnetz angeschlossen. Der Drehregler R 2 wird zunächst auf den kleinsten Wert (Kurzschluß) eingestellt. Hierdurch wird erreicht, daß die Empfindlichkeit des Gerätes sehr gering wird. Deckt man dann bei normalem Tageslicht den Fotowiderstand mit der Hand ab, so wird das Relais ansprechen und die Röhre zünden.

Dann wartet man den Helligkeitszustand ab, bei dem das Gerät schalten soll und stellt nun den Regler R 2 so ein, daß die Röhre gerade eben zündet. Hierbei muß jedoch das Gehäuse aufgesetzt sein, da sich die Ansprechwerte bei geschlossenem bzw. offenem Gehäuse unterscheiden können. Sollte die Schaltung zu empfindlich sein, so kann man in den Blenden-Nippel des Fensters eine Blende oder ein Farbfilter einlegen, so daß nur noch ein kleinerer Teil des Lichtes auf den Fotowiderstand fallen kann. Bei der endgültigen Aufstellung ist dann noch zu beachten, daß der Fotowiderstand nicht von dem Licht der Lampen beeinflußt wird, die mit dem Dämmerungsschalter betätigt werden. Es bestände sonst die Möglichkeit, daß eine *lichtelektrische Rückkopplung* auftritt und das Gerät die Beleuchtung rhythmisch ein- und ausschaltet.

Da der Fotowiderstand einem Alterungsprozeß unterliegt, wird man in der ersten Zeit den Ansprechwert einige Male nachregeln müssen, bis die Einstellung konstant bleibt.

Walter Specht



Links: Bild 1. Schaltung des Dämmerungsschalters (Ph-N = Netzspannungseingang, E = Schutzerde, N_s-Ph_s = Netzspannungsausgang)

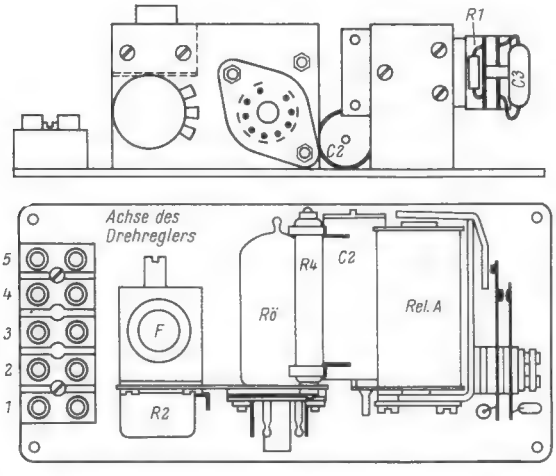


Bild 3. Anordnung der Teile auf der Hartpapier-Grundplatte

Bild 2. Abmessungen des Isolierstoffgehäuses für den Dämmerungsschalter

Im Modell verwendete Einzelteile

1 Bakelit-Einbaukästchen 146 × 74 × 45 mm schwarz (K. Jautz, Plochingen)

1 Hartpapier-Platte 141 × 68 × 2 mm

1 Röhre ER 21 A (Elesta; Dtsch. Vertr.: E.-G. Hannemann, Frankfurt) oder GR 16 (Cerberus; Dtsch. Vertr.: A. Neye, Frankfurt)

1 Novalfassung, Hartpapier (Preh, Bad Neustadt/Saale)

1 Fotowiderstand Typ LfI 2 (Physik.-Techn. Werkstätten, Wiesbaden)

1 Blenden-Nippel Typ 2515 S 1 klar (Finsterhölzl, Ravensburg)

1 Drehregler 1 MΩ/0,2 W, Typ Preostat 190 (Preh, Bad Neustadt/Saale)

1 Relais 1 x a, 1 x u, Typ C 1 A (W. Gruner, Wehingen)

1 Elektrolytkondensator C 2 = 32 µF/160 V (W. Zeh, Freiburg)

1 Keramik-Kondensator C 1 = 300 pF (Rosenthal-Isolatoren GmbH, Selb)

1 Wickelkondensator C 3 10 nF/500 V (W. Westermann, Mannheim)

1 Schichtwiderstand 200 kΩ/0,3 W (R 3)

1 Schichtwiderstand 500 kΩ/0,5 W (R 1)

1 Schichtwiderstand 1 MΩ/0,3 W (R 5)

1 Drahtwiderstand 2 kΩ/4 W (R 4)

Montagewinkel, Rohrschellen, Chassis-Durchführung, Klemmleiste, Schaltdraht, verschiedene Schrauben.

Radiopraktiker und Werkstätten beziehen die für den Nachbau erforderlichen Spezialteile zweckmäßig auf dem üblichen Weg, d. h. von ihrer Fachgroßhandlung bzw. über ihre Radio-Fachhandlung. An die angegebenen Herstellerfirmen wende man sich wegen einzelner Stücke nur dann, wenn die benötigten Teile im Fachhandel nicht erhältlich sind.

Die Massenvervielfältigung von Tonbandaufnahmen

Das Problem der wirtschaftlichen Massenvervielfältigung von Tonbandaufnahmen ist noch nicht befriedigend gelöst. Zwei neue Verfahren, die mit Zackenschrift arbeiten, scheinen aber dem angestrebten Ziel näher zu kommen.

Beim Magnetton und zum Teil auch in der Lichttontechnik wird eine *Intensitätsschrift* angewandt. Das heißt, die Tonspur wird über ihre ganze Breite mehr oder minder stark magnetisiert bzw. belichtet (a und c in *Bild 1*). Bei der *Zackenschrift* dagegen, die bisher nur beim Lichtton benutzt wurde, sind

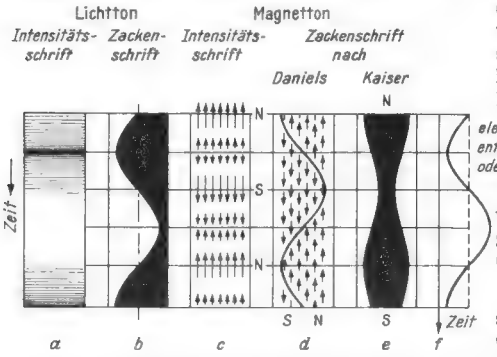


Bild 1. Intensität und Spurbreite von Licht- und Magnettonaufzeichnungen

Schwärzung und Transparenz (= Lichtdurchlässigkeit) gleich stark, aber die Tonspur schwankt in ihrer Breite (Bild 1b). Dieses Prinzip läßt sich sinngemäß nach Vorschlägen von *Daniels* und *Kaiser* auch auf den Magnetton übertragen (Bild 1d und e).

Das *Daniel'sche Verfahren* ist besonders für die Aufzeichnung von Informationen in Rechengeräten entwickelt worden. Man bedient sich eines Spezial-Aufnahmekopfes nach *Bild 2*, der im Gegensatz zu den bekannten Ausführungen zusätzlich einen Permanentmagneten M enthält. Dieser erteilt den einzelnen Lamellen eine Vormagnetisierung $H_{=}$, wodurch die äußeren Lamellen eine extreme magnetische Polarität erhalten und in der Mitte der Tonspur eine neutrale Zone entsteht. Die zugeführte Tonspannung überlagert der Vormagnetisierung eine für alle Lamellen gleiche Wechselmagnetisierung $H_{\sim}$. Die resultierende Magnetisierung H_r ist in Bild 1d dargestellt.

Das *Verfahren nach Kaiser*[1]) berücksichtigt in erster Linie die Vervielfältigung von Tonbändern mit Hilfe eines einfachen Druckvorganges. Die Originalaufnahme nach dem Prinzip von Bild 1 e kann in Form von Lichtton-Zackenschrift oder nach dem Philips-Miller-System (vgl. Radio-Praktiker-Bücherei 29/30, Stichwort: „Schallband") hergestellt werden. Sie wird anschließend fotochemisch auf einen Druckstock übertragen, und zum Vervielfältigen benutzt man eine Farbe, der ein feinverteilter magnetischer Werkstoff beigemischt ist. Die auf diese Weise gedruckten Kopien können mit Licht- oder Magnettongeräten üblicher Bauart abgespielt werden. Beim Lichtton ist Voraussetzung, daß der benutzte Tonträger genügend lichtdurchlässig ist, und beim Magnettonverfahren, daß nach *Bild 3* vor dem Hörkopf H ein Dauermagnet D die in die Tonspur eingebetteten magnetischen Teilchen bis zur Sättigung vormagnetisiert. Der Löschkopf L kann bei Maschinen fehlen, die nur für die Wiedergabe gedruckter Tonbänder bestimmt sind.

Hinsichtlich unerwünschter Störgeräusche müssen nach dem Kaiser-Verfahren hergestellte Aufnahmen den herkömmlichen mit Hochfrequenz vormagnetisierten Bändern mindestens gleichwertig sein. Ein Vorzug ist die unbegrenzte Lagerfähigkeit bedruckter aber nicht magnetisierter Bänder, weil sich benachbarte Spuren nicht beeinflussen und daher auch keinen unerwünschten Kopiereffekt hervorrufen können. Als Bandmaterial denkt man an die Verwendung von preiswertem Pergamentpapier oder von Kunststoff, und man hat sich auch schon über die Drucktechnik Gedanken gemacht. Wenn als Druckstock eine 140 cm breite Walze mit 40 cm Durchmesser dient, lassen sich gleichzeitig 240 Tonbänder von je 300 m Länge drucken. Sie werden anschließend entsprechend der Steigung der Schraubenlinie in die üblichen 6,35 mm breiten Streifen zerschnitten[1]).

elektrische Spannung entsprechend Lichtfluß- oder Kraftlinienfluß-änderung

Leider läßt sich heute noch nicht übersehen, inwieweit man dieses Verfahren verwirklichen kann; es liegen noch keine Betriebserfahrungen vor. Wahrscheinlich wird es schwierig sein, genügend scharfe Umrisse der Zackenschriften zu erzielen und einen ausreichend homogenen Belag der Tonspur beim Druckprozeß zu sichern. Kantenunschärfen von einigen μ (= 1/1000 mm) sind für Heimtongeräte noch zulässig. Ein Überschreiten dieser Grenzwerte führt zu störenden Nebengeräuschen. Falls die drucktechnischen Schwierigkeiten zu beherrschen sind, verspricht das Verfahren nach Kaiser eine wirtschaftliche Massenherstellung bespielter Tonbänder, die sich auf allen handelsüblichen Geräten wiedergeben lassen. -ne

(Nach: H. Schießer, Gedruckte Magnettonbänder, ETZ 1956, Ausgabe B, Heft 12, Seite 473)

[1]) Die FUNKSCHAU hat 1956 als erste Zeitschrift über dieses Verfahren berichtet (1956, Heft 11, Seite 434).

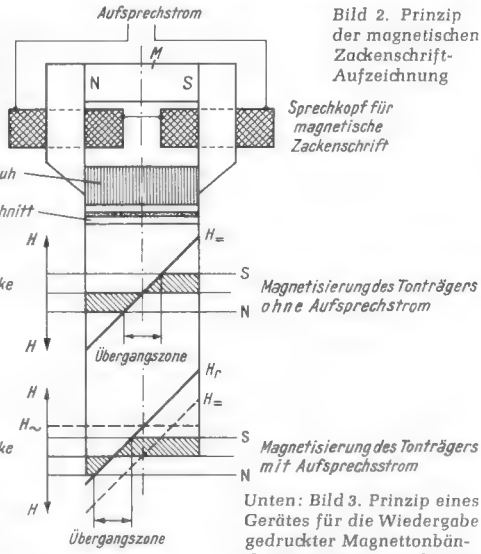
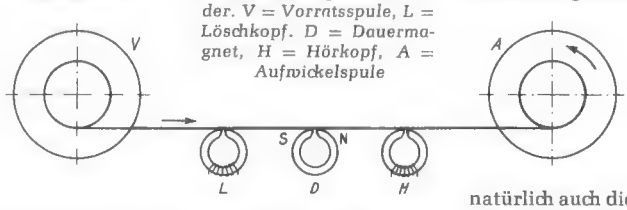


Bild 2. Prinzip der magnetischen Zackenschrift-Aufzeichnung

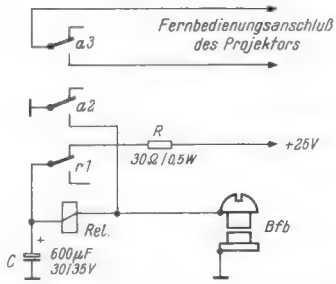


Unten: Bild 3. Prinzip eines Gerätes für die Wiedergabe gedruckter Magnettonbänder. V = Vorratsspule, L = Löschkopf, D = Dauermagnet, H = Hörkopf, A = Aufwickelspule

Dia-Projektor vom Tonband gesteuert

In der FUNKSCHAU 1957, Heft 17, Seite 478, berichteten wir über das Gerät „Acustomat D" der Uher-Werke, mit dem Diapositive mit Tonband-Begleittext automatisch vorgeführt werden können. Die nachstehenden Ausführungen geben eine Anregung zum Selbstbau einer ähnlichen Einrichtung.

Wer gleichzeitig Fotoamateur und Elektroniker ist, dem bietet sich beim Braun-Projektor PA 1 geradezu an, die dort angewandte Automatisierung noch einen Grad



Relaisanordnung zur automatischen Steuerung eines Dia-Projektors vom Begleit-Tonband

weiter zu treiben. Bei diesem Projektor wird nämlich durch Schließen eines Stromkreises über eine Steuerleitung ein Mechanismus betätigt, der aus dem mit Diapositiven gefüllten Magazin das jeweils nächste Bild in den Strahlengang des Bildwerfers schiebt. Dies kann man dazu benutzen, um den Bildwechsel mit einem auf das Tonband gesprochenen Begleittext zu koppeln. Man kann also einen automatischen Lichtbildervortrag halten – eine Anordnung, die sich natürlich auch hervorragend für Werbezwecke eignet.

Bei Versuchen mit einer solchen Schaltanordnung ergab sich nur eine Schwierigkeit dadurch, daß der Schalter für den Bildwechsel etwa eine Sekunde lang gedrückt werden muß, bevor sich der Motor für den Bildwechsel einschaltet. Die naheliegende Möglichkeit, eine 9 bzw. 19 cm lange Schaltfolie – entsprechend der verwendeten Bandgeschwindigkeit – auf das Band zu kleben, wurde aus verschiedenen Gründen verworfen. Ganz abgesehen von der mühseligen Arbeit des Aufklebens – beim „cuttern" des Bandes ergab sich zudem noch die Notwendigkeit, den Schaltstreifen entsprechend dem Stichwort einmal etwas vor- oder zurückzuverlegen – wird das Band durch so lange Streifen auch sehr dick und unrund. Nicht zuletzt spielte natürlich auch die Kontaktbelastung eine Rolle. Aus all diesen Überlegungen kam es zu der im *Bild* dargestellten Relais-Schaltung, deren Wirkungsweise kurz erläutert werden soll.

Über den Ruhekontakt r 1 wird zunächst der Kondensator C aufgeladen. Der Widerstand R begrenzt den Ladestrom und verhindert damit ein Verbrennen der Relaiskontakte. Wird jetzt nach Ingangsetzen des Bandgerätes durch ein Stück Schaltfolie am Bandführungsbolzen Bfb Kontakt gegeben, so zieht das Relais an und hält sich danach durch den Selbsthaltekontakt a 2. Der Kondensator C wird gleichzeitig von der Spannungszuführung abgetrennt und entlädt sich jetzt über das Relais. Bei C = 600 μF (30/35 V) und einem ohmschen Widerstand des Relais von 500 Ω (6800 Wdg., 0,1 CuL)

Schallplatte und Tonband

ergab sich die geforderte Zeit von etwa einer Sekunde. Der Kontakt a 3 – zu empfehlen sind hierfür zwei parallele Federsätze – schaltet nunmehr den Projektor. Da bei dieser Anordnung die Schaltfolie nur während des Anziehens des Ankers Kontakt zu geben braucht, kommt man mit einem 10...15 mm langen Stück für 19 cm Bandgeschwindigkeit aus.

Die Versuche wurden mit einem Grundig-Gerät TK 830 durchgeführt, und zwar unter Verwendung des vorhandenen Schaltbolzens; die Relaisspannung von 25 V wurde ebenfalls dem Gerät entnommen. Diese Anordnung läßt sich natürlich auch mit jedem anderen Tonbandgerät erreichen. Für die Anfertigung von Umlenkschaltbolzen sei in diesem Zusammenhang auf den Aufsatz „Schaltrelais in Tonbandgeräten", FUNK-SCHAU 1956, Heft 12, Seite 502, verwiesen. Die verwendete Spannung richtet sich in erster Linie nach dem vorhandenen Relais; um aber nicht auf zu teure Kondensatorwerte zu kommen, empfiehlt sich die Verwendung einer Spannung von mindestens 20 bis 30 V. Eine zusätzliche Wicklung für ca. 50 mA läßt sich ohne große Schwierigkeiten nachträglich auf fast jedem Netztransformator unterbringen. Eine besondere Siebung ist nicht erforderlich, da C nur aufgeladen zu werden braucht. Jürgen Reinhard

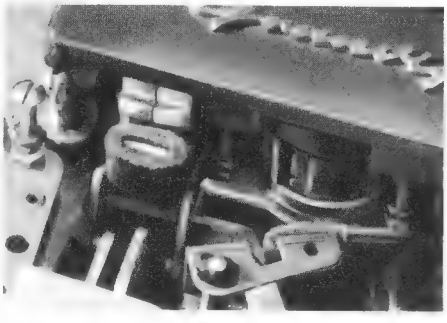
Vorführung von Tonbändern alter Spurlage

Gelegentlich kann es vorkommen, daß Tonbänder mit alter Spurlage vorzuführen sind, aber nur neue Tonbandgeräte mit internationaler Spurlage zur Verfügung stehen. Enthalten die Aufnahmen nur Sprache, bei der eine gewisse Frequenzbeeinträchtigung in den Höhenlagen keine Rolle spielt, dann kann man das Tonband einfach umgedreht einlegen, wobei die sonst außen liegende Glanzseite den Tonköpfen zugewendet ist.

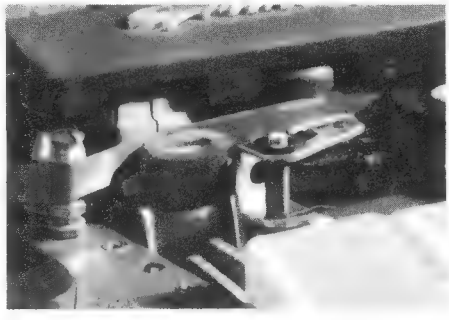
Eine bessere Lösung erreicht man mit einer zusätzlichen provisorischen Umlenkrolle. Dazu eignet sich eine Messingschraube, die mit der ersten Umlenkrolle auf gleicher Höhe sitzt, und die mit zwei Muttern befestigt wird. Eine dritte Mutter dient zur Einstellung der Bandhöhe. Der Teil der Messingschraube, der vom Tonband umschlungen wird, ist natürlich sorgfältig glatt zu schleifen, damit das Tonband nicht beschädigt wird. Die Art der Befestigung dieses neuen Umlenkstiftes und dessen Wirkungsweise zeigen die *Bilder*. Mit einer derartigen Anordnung an einem Grundig-Tonbandgerät TK 8 konnte der Verfasser schon zahlreiche Tonbänder auf ein zweites Tonbandgerät mit internationaler Spurlage zur vollen Zufriedenheit überspielen.

Hans Weber

Da offensichtlich am Ort der zur Bandumlenkung verwendeten Schraube ausreichend Platz vorhanden ist, möchten wir vorschlagen, zur besseren Schonung des Bandes doch eine regelrechte Rolle zu verwenden, die eine schräge Kante zum Auflaufen des Bandes besitzt (Anmerkung der Redaktion).



Links neben der Kopfanordnung die als Umlenkrolle dienende zusätzlich angebrachte Schraube



Das Tonband wird durch die Mutter auf der Schraube bis zur gewünschten Spurhöhe angehoben

Mangelhaftes Löschen bei Bandaufnahmen

Gelegentlich beobachtet man beim Abspielen einer Bandaufnahme, daß die vorangegangene Aufnahme nicht völlig gelöscht ist und daß Reste der früheren Betonung noch leise durchzuhören sind. Da Qualitätsbänder vor dem Verlassen der Fabrik auf einwandfreie Löschfähigkeit geprüft werden, ist in der Regel eine Störung am Gerät vorhanden.

Dieser Fehler tritt vielfach auf, wenn sich Lösch- und Aufzeichnungsspur ungenau decken, weil sich die Bandführung oder die Kopfeinstellung verändert haben. Meist wird sich der Fehler rasch finden und durch Neujustieren beseitigen lassen.

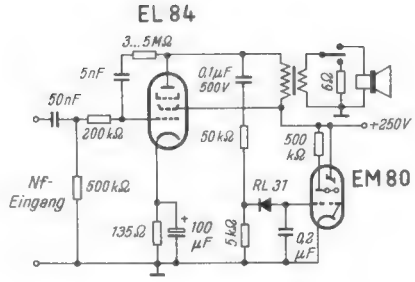
Eine weitere Möglichkeit ist, daß ungenügender mechanischer Kontakt zwischen Band und Löschkopf besteht, weil das Band infolge Verschmutzung nicht „satt" anliegt oder weil man es vielleicht sogar ungenau (schief) einlegte.

Schließlich kann auch die Intensität des Löschfeldes nachgelassen haben, weil entweder die Generatorröhre gealtert ist (Röhre prüfen lassen und notfalls ersetzen!) oder der Hf-Kreis hat sich infolge Alterung oder durch Erschütterungen verstimmt. Im letztgenannten Fall ist es am zweckmäßigsten, den Neuabgleich im Fachgeschäft vornehmen zu lassen. (Nach: BASF-Mitteilungen für alle Tonbandfreunde, Nr. 10)

Aussteuerungsanzeiger mit Germaniumdiode

Ein Aussteuerungsanzeiger, z. B. für Verstärkeranlagen oder Tonbandgeräte, ist nicht einfach ein Amplitudenanzeiger, sondern er soll schnell auf einen Spannungsanstieg ansprechen, aber der angezeigte Höchstwert soll mit einer gewissen Verzögerung abklingen, damit die Zeiger- oder die Leuchtfeldbewegung nicht zu unruhig werden und das Auge Zeit hat, den Wert zu erfassen. Zu diesem Zweck ordnet man eine Diode vor dem Anzeigeorgan an, die auf einen *Ladekondensator ohne Ableitwiderstand* arbeitet. Die Diode bewirkt, daß der Kondensator durch die Dynamikspitze sofort aufgeladen wird, aber sich nur langsam über ihren Sperrwiderstand entladen kann.

Siemens gibt hierfür die im *Bild* dargestellte Schaltung an. Sie zeigt als Beispiel eine Eintakt-Endstufe mit der Röhre EL 84. Im Anodenkreis liegt ein Spannungsteiler, bestehend aus 50 kΩ und 5 kΩ. Die kleinere Teilspannung liegt an der Siemens-Diode RL 31. Darauf folgen der 0,2-µF-Ladekondensator und das Magische Auge EM 80 als Anzeigeorgan. Der Aufwand für den Aussteuerungsanzeiger ist also recht gering. Die Spannung für das Magische Auge wird der



Nf-Aussteuerungsanzeiger an einer Eintakt-Endstufe

Hauptschaltung entnommen. Der 5-kΩ-Teilwiderstand des Spannungsteilers ist als Richtwert zu betrachten. Er wird in der Schaltung entsprechend der gewünschten Aussteuerungsgrenze festgelegt.

„Illustrierte" Schallplatten

Mit dem Begriff „Schallplatte" verbindet sich seit Jahrzehnten die Vorstellung einer runden schwarzen Scheibe. Zwar brachte Telefunken einige Jahre vor dem Krieg die preiswerten Platten der Musikus-Serie in brauner Farbe heraus und eine ausländische Firma propagierte biegsame, folienartige Schallplatten, die für jede Musikgattung in einer anderen Farbe erschienen, aber das blieben doch Ausnahmen.

Im vergangenen Sommer überraschten Italien-Reisende die Daheimgebliebenen mit farbigen Ansichts-Postkarten im Großformat, die sich beim näheren Hinsehen als Schallplatten entpuppten. Auf der Vorderseite enthalten sie eingepreßte Mikrorillen und die Tonwiedergabe ist überraschend gut. Solche Tonträger sind seit kurzer Zeit auch in der Bundesrepublik zu haben, und zwar in der Regel in Kaufhäusern sowie in Geschäften für Geschenkartikel.

In diesen Tagen erreichte uns eine Werbeschallplatte der Firma *Saba*, die in bester Hi-Fi-Qualität verschiedene Musikproben enthält und deren beide Seiten vollständig mit leuchtend-farbigen Bildern aus dem Schwarzwald bedeckt sind. Diese 17-cm-Füllschrift-Platte läuft mit 45 U/min und bringt zum Klangvergleich ein bestimmtes Thema der Reihe nach auf einer Geige, einer Baß-Klarinette und einer Trompete. Abschließend wird es als flotter Foxtrott von einem Tanz-Sextett dargeboten. Die andere Plattenseite enthält den 4. Satz der Kleinen Nachtmusik von Mozart.

Diese Testplatte liegt neuerdings den Saba-Truhen bei. Überraschend ist die hervorragende Klanggüte dieser von der BB-Schallplatten-GmbH in Lüneburg hergestellten „illustrierten" Schallplatte. Für die äußere Aufmachung zeichnen sich damit ganz neue Möglichkeiten ab. Es liegt demnach im Bereich der Möglichkeiten, z. B. Künstler-Fotos oder andere die Aufnahmen betreffende Bilder auf der ganzen Fläche der Plattenseiten unterzubringen. Kü

Klassiker-Volksausgabe auf Philips-Schallplatten

Auf 25-cm-Langspielplatten zu 15.50 DM bringt Philips in einer neuen Serie GR die ungekürzte Fassung klassischer Meisterwerke der Musik heraus, die von Künstlern und Orchestern der Weltspitzenklasse gespielt werden. Zu den Interpreten zählen unter anderem Bruno Walter, David Oistrach, George Szell und Sir Thomas Beecham. Die ständig erweiterte Serie umfaßt bereits Werke von Chopin, Beethoven, Schubert, Brahms, Rachmaninoff, Dvorak, Vivaldi, Mozart, Tschaikowsky und Johann Strauß. Eine *reichhaltige Musterplatte* mit ausgewählten Sätzen verschiedenster Werke gibt eine Vorstellung von der Qualität der Serie. Sie vermittelt auf ihrer Hülle auch einen Eindruck der mit farbigen Naturaufnahmen ausgestatteten Plattenhüllen.

Philips-FM-Meßgenerator Typ GM 2890

Ein Meß- und Prüfsender für alle in Rundfunk- und Fernsehempfängern vorkommenden Bereiche und Modulationsarten ist ein recht aufwendiges Gerät, das sich im Umfang und Preis einem Labor-Meßsender nähern würde. Die Anschaffung eines solchen Generators ist deshalb für eine Service-Werkstatt meist etwas schwierig. Außerdem ist oft bereits ein AM-Prüfsender vorhanden. Deshalb ist es durchaus sinnvoll, einen kleinen handlichen Prüfsender speziell für den UKW-Teil der Rundfunkempfänger zu entwickeln. Dieser Gedanke führte z. B. zu dem FUNKSCHAU-UKW-Prüfsender M 571[1]), und der hier beschriebene Philips FM-Meßgenerator GM 2890 *(Bild 1)* dient dem gleichen Zweck. Er enthält nur zwei Bereiche, den Hf-Bereich von 85...130 MHz und den Zf-Bereich von 10,2...11,2 MHz. Zur Abkürzung werden im Schaltbild und im folgenden Text diese beiden Bereiche einfach mit „100 MHz" und „10 MHz" bezeichnet.

Beide Bereiche lassen sich auf folgende Arten modulieren:

1. FM extern	Hub 0...75 kHz
+ AM extern	Mod.-Tiefe 0...50 %
2. FM intern	Hub 0...75 kHz, 400 Hz
3. FM intern	Hub 0...250 kHz, 50 Hz
AM extern	Mod.-Tiefe 0...50 %
4. FM intern	Hub 0...250 kHz, 50 Hz
AM intern	Mod.-Tiefe 50 %, 400 Hz
Abweichung des Frequenzhubes	bei 10,7 MHz < 10 %
	bei 100 MHz < 10 %

Schaltungsaufbau

Die grundsätzliche Wirkungsweise der Schaltung geht aus *Bild 2* hervor. Der Hf-Oszillator arbeitet in Dreipunktschaltung. Der Ferritkern der Schwingspule liegt im „Luftspalt" eines Eisenjoches, dessen Nf-Wicklung vom Modulationsstrom durchflossen wird. Durch diesen von der FM-Steuerröhre Rö 1 gelieferten Strom wird der Ferritkern vormagnetisiert. Die im Rhythmus der Modulationsfrequenz schwankende Magnetisierung beeinflußt die Induktivität der Schwingkreisspulen und bewirkt dadurch eine dem Modulationsstrom proportionale Frequenzmodulation. Mit dem Potentiometer am Gitter der Röhre Rö 1 kann der Frequenzhub eingestellt werden.

Für normale Abgleicharbeiten wird mit einem 400-Hz-Ton aus dem Oszillator mit der Rö 5 moduliert. Zum Schreiben von Durchlaßkurven auf dem Schirm einer Braunschen Röhre ist eine aus dem Lichtnetz entnommene 50-Hz-Wobbelfrequenz vorgesehen, und in einer weiteren Schalterstellung kann der Sender von außen her moduliert werden.

Die Hf-Spannung wird niederohmig aus dem Katodenkreis des Hf-Oszillators ausgekoppelt und einer in Gitterbasisschaltung arbeitenden Trennröhre zugeführt, um Rückwirkungen auf den Oszillatorkreis zu vermeiden. Der Anodenstrom dieser Röhre kann über die Katode mit einer weiteren Nf-Spannung gesteuert werden. Dies ergibt eine Amplitudenmodulation, die gleichzeitig mit der Frequenzmodulation erfolgen kann, um z. B. die Begrenzerwirkung eines Zf-Verstärkers oder Ratiodetektors zu kontrollieren. Die Hf-Ausgangsspannung wird an einem ohmschen Spannungsteiler eingestellt.

Hf-Oszillator

Die Einzelheiten der Stufen sind aus dem Hauptschaltbild auf Seite 48 zu ersehen. Für jeden der beiden Bereiche ist ein vollkommen selbständiges Schwingsystem mit einer kommerziellen Hf-Triode Typ 5718 (Rö 2 und Rö 3) vorhanden. Die Bereichumschaltung erfolgt durch Umschalten der Anodenspannung mit dem Schalter S 2. Dadurch werden sämtliche Kontakt- und Abschirmschwierigkeiten in Hf-Kreisen vermieden. Dies ist das gleiche Prinzip, das beim FUNKSCHAU-Prüfsender M 567 angewendet wurde. Zum Abstimmen dienen Differential-Drehkondensatoren, so daß auch hier keine Kontaktschwierigkeiten bestehen, da die drehbare Mittelplatte keine Stromzuführung besitzt. Beide Kondensatorpakete sitzen auf einer gemeinsamen Achse. Die Skala an der Frontplatte trägt die beiden zugehörigen Teilungen. Der Bereich 10 MHz ist auf die ganze Skala gespreizt, deshalb liegt parallel zum Kreis ein Festkondensator von 27 pF, und außerdem ist die Drehkondensatorvariation durch eine Serienkapazität von 82 pF eingeengt. Die Schwingspule dieses Bereiches ist unterteilt, nur eine Teilwicklung auf dem Modulationstransformator genügt hier, um den erforderlichen Frequenzhub zu erreichen.

Der 100-MHz-Bereich arbeitet nur mit dem Drehkondensator und dem Trimmer, und die gesamte Spule sitzt im Magnetisierungsweg des zugehörigen Modulationstransformators.

Die Anodenspannung der beiden Röhren wird über Siebglieder zugeführt. Für die Frequenz um 10 MHz genügt eine RC-Siebung aus 2,7 kΩ und 2 × 1 nF, während beim 100-MHz-Oszillator eine UKW-Drossel in der Anodenleitung liegt. In der gemeinsamen Zuführung vor dem Bereichschalter ist ein Potentiometer vorgesehen, mit dem die Hf-Amplitude der Oszillatoren auf den vorgesehenen Wert eingestellt werden kann. Zur Kontrolle dient der jeweilige Gitterstrom, der in der gezeichneten Schalterstellung des Schalters S 1 vom Anzeigeinstrument gemessen wird. Nebenschlüsse an den Kontakten 14 und 16 des Schalters S 2 werden im Werk so eingetrimmt, daß für beide Bereiche die gleiche Skalenmarke am Instrument gilt.

Die Katoden der beiden Schwingröhren sind über den unverblockten Katodenwiderstand von 100 Ω hochgelegt, und die daran auftretende Hf-Spannung wird über 1,5 nF der Trennröhre Rö 4 zugeführt.

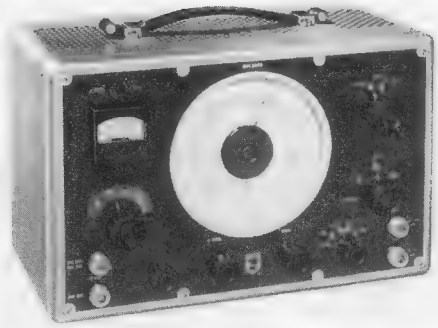


Bild 1. Philips GM 2890, ein frequenzmodulierter Signalgenerator für Messungen im UKW-Bereich und im Zf-Bereich um 10,7 MHz

FM-Steuerstufe

Der Röhre Rö 1 (= EF 80) werden über das 100-kΩ-Potentiometer zur Einstellung des Frequenzhubes die tonfrequenten Modulationsspannungen zugeführt. Im Anodenkreis liegen die beiden Wicklungen der Modulationstransformatoren in Reihe. Hf-Siebglieder unmittelbar an der Anode der Röhre und im erdseitigen Teil der Anodenstromleitung verhindern das Abwandern von Hochfrequenzresten. Als Maß für den FM-Hub wird die Nf-Amplitude des Nf-Kreises gemessen. Durch Umlegen des Schalters S 1 in die Stellung Δf = Modulationshub wird dem Anzeigeinstrument ein Gleichrichter vorgeschaltet, so daß direkt die Nf-Spannung angezeigt wird. Auch hier sind wieder für die beiden Bereiche verschiedene Vorwiderstände vorgesehen (Schalter S 2, Kontakt 6 – 3 und 6 – 8), die im Werk so ausgesucht werden, daß die Skalenteilungen für den Frequenzhub in beiden Bereichen übereinstimmen.

400-Hz-Oszillator

Der 400-Hz-Oszillator mit der Röhre Rö 5 arbeitet mit induktiver Rückkopplung und Gegenkopplung über einen hohen Katodenwiderstand, so daß sich gut sinusförmige Schwingungen ergeben, wie sie für die Frequenzmodulation erforderlich sind.

Der Schalter S 3 besitzt zwei kreisförmige Ebenen S 3 I und S 3 II. Sie haben vier Schaltstellungen mit den im Hauptschaltbild angegebenen Bedeutungen. Gezeichnet ist Stellung 1 = FM- + AM-Fremdmodulation. Hierbei wird die FM-Fremdmodulation über den Modulationshubregler Δf direkt dem Gitter der Röhre 1 zugeführt. Erforderlich ist je nach Maximalhub eine Nf-Eingangsspannung bis zu 7 V an 200 kΩ. Übertragen werden Frequenzen von 20 Hz...16 kHz.

An der Fremdmodulationsbuchse Bu 1 kann jedoch auch die interne Modulation, also 400 Hz oder 50 Hz entnommen werden. Dies ist z. B. für das Wobbeln mit 50 Hz am Kurvenschreiber wichtig. Die Phasenlage beim Wobbeln wird mit einer Phasenbrücke eingestellt. Sie besteht aus den beiden 0,18-µF-Kondensatoren zwischen den Punkten e und f im Netzteil sowie aus dem 2-MΩ-Regler mit dem 3,9-nF-Kondensator zwischen den Punkten e und f an der Schalterebene S 3 II. Gemäß dem *Schalterdiagramm für Schalter 3* wird in den Stellungen 3 und 4, die zum Wobbeln mit 50 Hz dienen, die Phasenbrücke über die Kontakte 7–8 bzw. 7–10 der Ebene S 3 II geschlossen. Die phasenverschobene Spannung am Verbindungspunkt gelangt über die Kontakte 19 – 22 an die Buchse 1 und kann von dort dem Oszillografen zugeführt werden, während die Ursprungsspannung mit dem Vektor f–e über die Kontakte 5–7 dem Steuergitter der Modulationsröhre zugeführt wird.

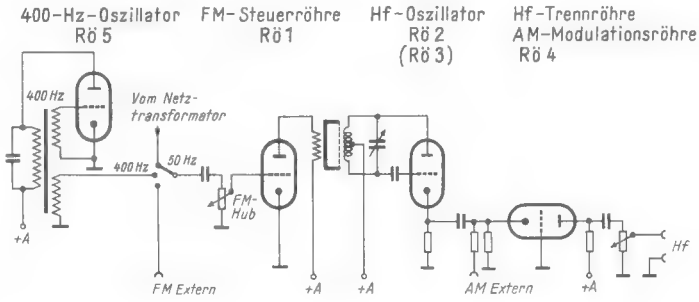
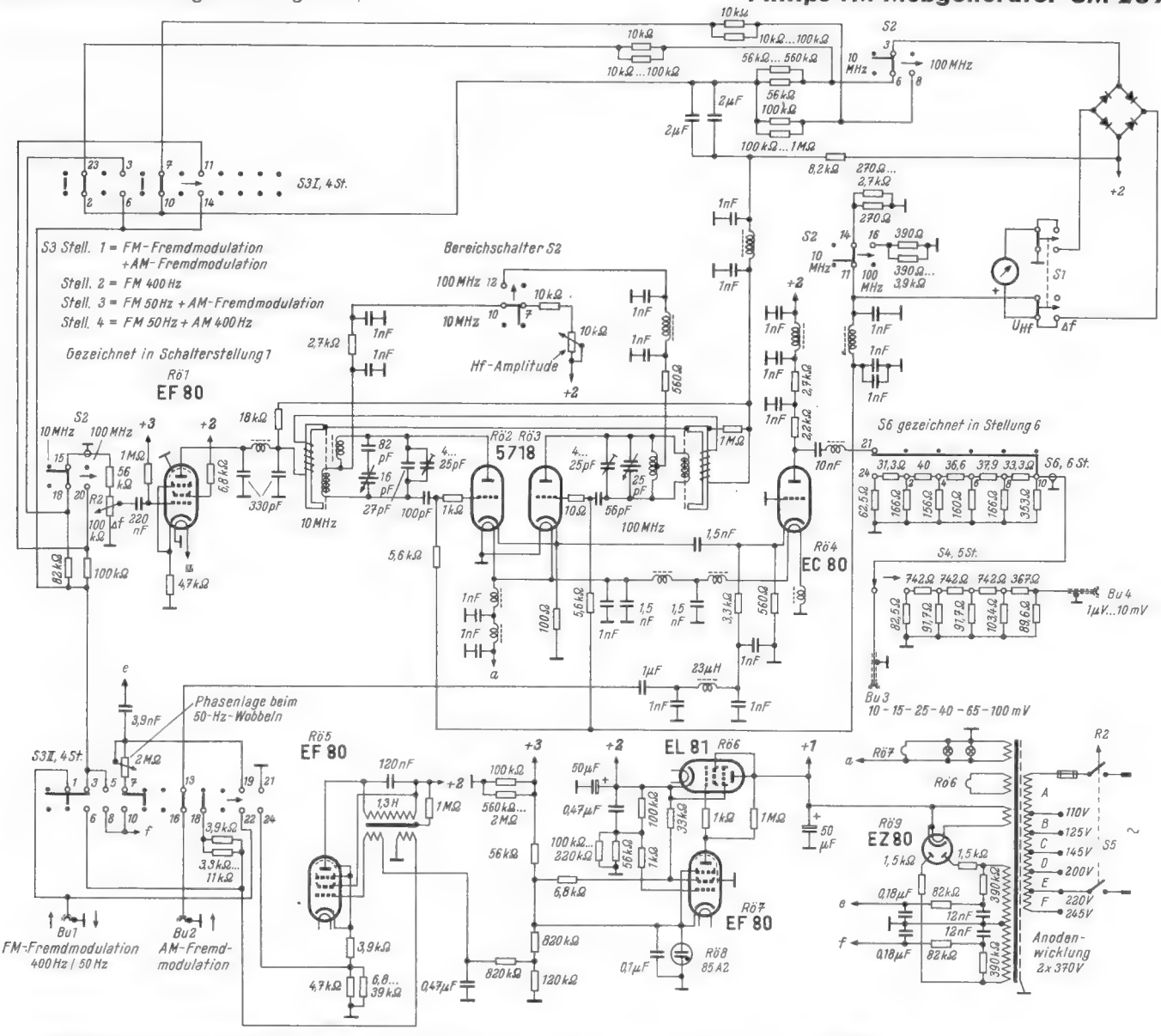


Bild 2. Blockschaltung des FM-Meßgenerators GM 2890

[1]) FUNKSCHAU 1956, Heft 23, Seite 983 und Heft 24, S. 1035



Schalterdiagramm für Schalter 3

Stellung	Ebene I	Ebene II
1	2 – 23, 7 – 10	1 – 3, 13 – 16
2	2 – 23, 7 – 10	1 – 3 – 5 – 6
3	3 – 6, 11 – 14	3 – 5 – 7 – 8, 13 – 16, 19 – 22
4	2 – 23, 3 – 6, 11 – 14	5 – 7 – 10, 13 – 18, 19 – 22, 21 – 24

In den einzelnen Stellungen des Schalters S 3 werden ferner an verschiedenen Punkten der Schaltung eingetrimmte Widerstände angeschlossen, um die Amplituden bzw. die Modulationshübe für beide Bereiche übereinstimmend zu machen. Man ersieht daraus, daß selbst solch ein einfacher Prüfsender eine Menge von Trimmarbeit erfordert, wenn bei definierten Modulationsgraden und Ausgangsspannungen die Bedienung möglichst einfach sein soll.

Hf-Trennröhre und Hf-Spannungsteiler

Die Arbeitsweise der Gitterbasisstufe mit der Röhre Rö 4 ist leicht zu übersehen. Die AM-Modulationsspannung wird zusätzlich der Katode über 3.3 kΩ aufgedrückt. Für Fremdmodulation sind 11 V_{eff} für 50 % Modulation an der Eingangsimpedanz von 3,5 kΩ erforderlich. Man benötigt hier also eine relativ große Leistung bzw. muß an 3,5 kΩ anpassen.

Bei Eigenmodulation mit 400 Hz wird die Tonfrequenz aus der Koppelwicklung der Röhre 5 über die Kontakte 18 – 13 der Ebene S 3 II der Trennröhre zugeführt und ergibt 50 % Modulationstiefe.

Der Hf-Spannungsteiler besteht aus zwei getrennt umschaltbaren ohmschen Kettenleitern mit den Ebenen S 5 und S 6 und zwei Ausgangsbuchsen Bu 3 und Bu 4. Der Kettenleiter S 6 hat fünf Kettenglieder mit je 4 dB Dämpfung, zusammen also 20 dB = 10:1. An Buchse Bu 3 können daher Spannungen von 10...100 mV entnommen werden. Dabei ist der Schalter S 5 auf die Nullstellung zu schalten.

Der an S 5 liegende Kettenleiter setzt die Spannung in jeder Stufe im Verhältnis 10:1, also insgesamt um $1:10^{-4}$ herab. Beim Benutzen von Buchse Bu 4 liegen beide Kettenleiter hintereinander, und die daran eingestellten Werte sind miteinander zu multiplizieren. Dies ergibt an Buchse Bu 4 Spannungen von 1 µV...10 mV in Schritten zu je 4 dB (das letzte Glied rechts am Kettenleiter S 4 bleibt stets wirksam und ergibt eine Grunddämpfung von 100 mV auf 10 mV). Die Kettenleiter sind für eine Ausgangsimpedanz von 75 Ω angepaßt.

Netzteil

Eine so sorgfältig durchgebildete Schaltung erfordert eine sehr konstante Stromversorgung, damit die eingestellten Spannungswerte und Skalenteilungen auch wirklich stimmen. Deshalb ist im Netzteil ein elektrisch stabilisiertes Speisegerät vorgesehen, das sämtliche Anodenspannungen liefert. Es besteht aus der im Stromweg liegenden Längsröhre, einer Leistungsröhre EL 81 (Rö 6), sowie der Regelverstärkerröhre EF 80 (Rö 7). Ein Stabilisator 85 A 2 liefert die Bezugsspannung. Ihm wird außerdem über den Spannungsteiler 820 kΩ/120 kΩ die positive Gittervorspannung für die Röhren 1 und 5 entnommen. Sie ist erforderlich, weil die Katodenpotentiale dieser Röhren durch die hohen, zur Gegenkopplung dienenden Katodenwiderstände ziemlich stark angehoben sind.

Die Spannung für die Phasenbrücke der 50-Hz-Wobbelmodulation wird der Anodenwicklung des Netztransformators entnommen. Siebglieder, bestehend aus 390 kΩ und 12 nF, filtern störende Oberwellen der Netzfrequenz bzw. des Gleichrichters ab.

Mit Ausnahme der Röhren 6 und 9 werden sämtliche Röhren aus einer gemeinsamen Wicklung geheizt. Hf-Siebglieder in allen Speiseleitungen verhindern das Auftreten von Hochfrequenz aus dem eigentlichen Hf-Teil mit den Schwingröhren Rö 2, Rö 3 und der Trennröhre Rö 4.

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Automatische Sicherung für Netzgeräte

Beim Arbeiten mit fliegendem Aufbau (Brettschaltungen) kommen Kurzschlüsse recht häufig vor. Da passende Feinsicherungen nicht immer gerade zur Hand sind, ist es zweckmäßig, ein elektronisch arbeitendes Sicherungsgerät zu verwenden. Als Anodenstrom-Sicherung für eine Höchstbelastung von 50...55 mA bei zwischen 50 und 470 V regelbaren Spannungen eignet sich eine Schaltung nach *Bild 1*. Hier liegt zwischen dem Gleichrichter des Netzanschlußgerätes und der Anode einer Regelröhre Rö eine Relaiswicklung A 1, die mit dem Elektrolytkondensator überbrückt ist und deren Ansprechstrom mit dem Widerstand R einjustiert werden kann. Der Kondensator bewirkt eine Anzugsverzögerung, die verhindern soll, daß das Relais schon bei Ladestößen von Kondensatoren anzieht. Steigt der aus dem Netzgerät entnommene Strom über den Sollwert von 50 mA an, dann legt das Relais A 1 um und trennt über den Kontakt a das Gitter der Röhre Rö von der Steuerspannung und legt es an eine negative Spannung. Damit wird die Röhre gesperrt und der Kurzschluß abgeschaltet. In dem ausgeführten Modellgerät wird die negative Sperrspannung einem Stabilisator (85 A 2) entnommen, der auch die Bezugsspannung für die Regelung liefert.

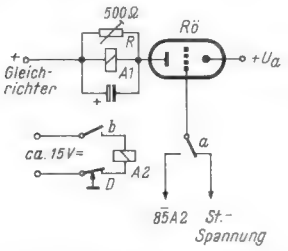


Bild 1. Die elektronische Sicherung für den Anodenstrom

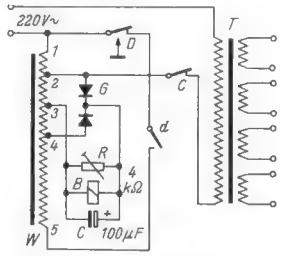


Bild 2. Die Sicherung der Heizstromkreise

Gleichzeitig mit dem Umschalten des Kontaktes a wird auch der Kontakt b betätigt, der eine Gleichspannung von etwa 15 V an die Relaiswicklung A 2 legt, die dafür sorgt, daß das Relais nach dem Aufhören des Anodenstromes von Rö durch die Wicklung A 1 nicht wieder abfällt (Halte-Schaltung). Ist der Kurzschluß behoben und soll wieder eingeschaltet werden, wird dieser Haltestrom durch die Wicklung A 2 durch Drücken der Taste D unterbrochen, das Relais fällt ab und die Röhre Rö gibt den Anodenstrom wieder frei. Die Haltespannung von 15 V kann der Primärseite des Netztransformators entnommen werden (zwischen den Abgriffen 110 und 125 V). Das verwendete Relais war ein Siemens-Rundrelais Typ 9 T rls 6a mit einem Umschalt- und einem Arbeitskontakt. Die beiden Relaiswicklungen A 1 und A 2 hatten einen Widerstand von je 180 Ω (2800 Wdg. 0,11 mm CuL). Da als eigentliches Abschaltelement die Röhre Rö dient, erfolgt die Abschaltung völlig funkenfrei. Der Elektrolytkondensator ist eine Niedervoltausführung mit mindestens 10/12 V Arbeitsspannung und einer Kapazität von 500 µF.

In ähnlicher Weise arbeitet die Heizstromsicherung, bei der eine Primärbelastung des Netztransformators von 40 VA für die Heizleistung zugrunde gelegt wurde. Die Schaltung ist in *Bild 2* gezeigt. Der Heiztransformator T liegt über den Wicklungsteil 1–2 des Wandlers W am Netz. Die Wicklungsteile 2–3 und 3–4 bilden mit dem Gleichrichter G eine Zweiweggleichrichtung, die die Speisespannung für das Relais B erzeugt. Der Elektrolytkondensator C (100 µF) dient zur Siebung und gleichzeitig zur Anzugsverzögerung nach dem Anschalten der kalten Heizkreise. Mit dem Widerstand R kann das Ansprechen des Relais eingestellt werden. Mit steigender Stromentnahme aus dem Heiztransformator T steigt auch die Gleichspannung an B, bis schließlich das Relais anzieht. Sein Kontakt c trennt den Heiztransformator vom Netz, während gleichzeitig der Kontakt d den gesamten Wandler ans Netz legt. Nun ist der Wickelteil 4–5 so bemessen, daß jetzt an 2–3 und 3–4 die zum Halten des Relais erforderliche Spannung steht. Das Auslösen des Relais erfolgt wiederum über einen Druckknopfschalter D. Damit wird der Wandler stromlos, B fällt ab und der Transformator T liegt wieder wie zuvor am Netz.

Die Daten des Wandlers sind: Kern Dynamoblech M 42 ohne Luftspalt. 1–2 = 100 Wdg. 0,30 CuL, 2–3 = 1400 Wdg. 0,07 CuL, 3–4 = 1400 Wdg. 0,07 CuL, 4–5 = 6300 Wdg. 0,07 CuL. Als Relais dient das Siemens-Rundrelais 9 T rls 6a mit einem Arbeits- und einem Ruhekontakt (19 200 Wdg. 0,06 CuL). Der Gleichrichter G ist ein Siemens-Flachgleichrichter M 30 C 400. Helmut Klinkert

Selbstherstellung von Frontplattenbeschriftungen

Die einwandfreie Frontplattenbeschriftung selbstgebauter Meß- und Empfangsgeräte macht den meisten Praktikern Schwierigkeiten. Entweder muß man für gravierte Schilder oder gar für eine vollständige Frontplatte aus Resopal oder ähnlichem Material einen ziemlichen Betrag aufwenden, oder das „Gesicht" eines sonst gut aussehenden Gerätes wird durch eine unvollkommene Beschriftung verdorben. Nach einer der nachstehenden Methoden kann man jedoch in jedem Falle eine industriemäßig wirkende Beschriftung bzw. Beschilderung bei mäßigem Aufwand selbst herstellen.

Direkte Beschriftung der Frontplatte

Die Platte wird durch Sandstrahlgebläse oder Schmirgeln aufgerauht und mit folgender Farbe gestrichen: Farbpulver der gewünschten Tönung wird mit reichlich Terpentin zu einem flüssigen Brei angerührt, der dann mit der gleichen Menge Bernsteinlack vermischt wird. Diese Farbe läßt sich gut verstreichen (dünn auftragen), sie verläuft und deckt sehr gut und ergibt eine fest haftende, glatte Oberfläche. Auf dieser matten Fläche können dann die gewünschten Bezeichnungen mit Tusche aufgebracht werden. Durch die Möglichkeit, mit Zirkel, Lineal und evtl. auch Schriftschablonen zu arbeiten, erhält man in jedem Falle eine sauber aussehende Beschriftung. Nach dem Abradieren der mit weichem Bleistift gezogenen Hilfslinien wird die ganze Fläche mit farblosem Lack überzogen. Der zur Herstellung der Grundfarbe benutzte Bernsteinlack ist hierfür jedoch nicht zu empfehlen, da er einen leicht gelblichen Ton aufweist. Sehr gut eignet sich Nitrolack, der auch in Sprühdosen erhältlich ist.

Herstellung von Schildern

Der gewünschte Text wird mit Tusche auf Transparentpapier, am besten sog. Klarzell, das ist eine einseitig mattierte Cellophanfolie, gezeichnet, wobei besonders auf satte Striche zu achten ist. Von diesem „Negativ" läßt man im Fotogeschäft auf extrahartem oder noch besser sog. AGP-Papier einen Abzug oder auch eine Vergrößerung (Maßstab nicht vergessen) herstellen. Ob man Hochglanz oder mattes Papier wählt, ist Geschmackssache. Der Abzug zeigt weiße Schrift auf schwarzem Grund, was fast immer gut aussieht. Nach Abschneiden des überflüssigen Randes wird das Schild aufgeklebt und nötigenfalls zur Erhöhung der Haltbarkeit farblos überlackiert. D. Kobert

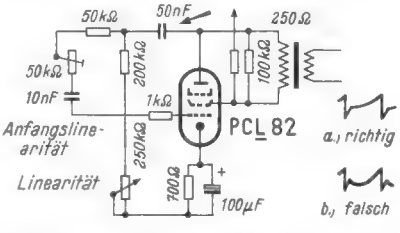
Anmerkung der Redaktion: Nach Erfahrungen im FUNKSCHAU-Labor ist es bei dem zweiten Verfahren günstiger, die Schrift mindestens doppelt so groß zu zeichnen und fotografisch zu verkleinern. Dies gibt bedeutend bessere Schriftzeichen als bei 1:1-Abzügen oder Vergrößerungen.

Fernseh-Service

Fehlende Linearität

Bei einem Fernsehgerät ließ sich die Bildgeometrie nicht richtig einstellen. Die oberen Zeilen waren stark gedehnt, während die unteren zusammengedrängt wurden, so daß am unteren Bildrand ein breiter dunkler Streifen erschien. Ein Fehler in der Bild-Endstufe konnte nicht festgestellt werden, auch arbeitete der Bildsperrschwinger einwandfrei. Allerdings war der Sägezahn am Steuergitter der PL 82

Der schadhafte Kondensator (Pfeil) im Gegenkopplungskanal stört die Bildgeometrie



stark verformt. Der im Gegenkopplungskanal befindliche Kondensator von 50 nF hatte einen Feinschluß (*Bild*), der als Widerstand von 30 kΩ wirkte. Es empfiehlt sich, bei einem Ersatz dieses Kondensators einen solchen mit höherer Betriebsspannung (mindestens 500 V) zu verwenden. Helmut Schafheitle

Wenn Ela: dann PHILIPS ELA

Erfahrene Ingenieure stehen Ihnen in unseren Niederlassungen unverbindlich zur Verfügung

Katoden-Emission der Bildröhre läßt nach

Wenn Bildröhren infolge Alterung unbrauchbar werden, so ist ihr Versagen meist auf das Nachlassen der Katoden-Emission zurückzuführen. Die Folge dieses Fehlers sind eine Verminderung der Bildhelligkeit und ein unscharfes Bild.

Um eine solche erschöpfte Bildröhre noch für längere Zeit zu völlig einwandfreiem Arbeiten zu bringen, wurden die Heizleitungen von der Bildröhrenfassung abgetrennt und miteinander verbunden. Die Röhre wurde dann aus einem besonderen Heiztransformator, der etwa aus alten Ausgangsübertragern hergestellt werden kann, mit 8...9 V (statt der bisherigen 6,3 V) extra geheizt. Die Heizspannung des neuen Transformators wurde dabei einseitig an Masse gelegt.

Auf diese Weise wurden bisher drei Bildröhren zu einwandfreiem Arbeiten gebracht. Ein Nachlassen der Bildqualität ist – die Reparaturen liegen sogar bis zu anderthalb Jahren zurück – noch nicht beobachtet worden. Auf diese Weise kann vielen Kunden, denen die Neuanschaffung einer Bildröhre nicht leicht fällt, geholfen werden. Sicher wird auch mancher Händler gern davon Gebrauch machen, der schon einmal den Ausfall einer Bildröhre kurz nach Ablauf der Garantiefrist mit seinem Kunden zu „besprechen" hatte.

Helmut Wolf (Fernseh-Werkstatt Radio-Häntzschel)

Zu diesem Vorschlag hat die Redaktion um die Stellungnahme einiger Bildröhren-Hersteller gebeten, die nachstehend gebracht sei:

1. Alterung der Bildröhrenkatode ist ein natürlicher Vorgang, den man nicht als Fehler bezeichnen sollte. 2. Gegen das angegebene Verfahren, eine ohnehin verbrauchte Bildröhre mit Überheizung noch einige Zeit zu betreiben, läßt sich grundsätzlich nichts einwenden. 3. Eine derart betriebene Bildröhre ist jedoch keineswegs regeneriert. Sie arbeitet lediglich mit heraufgesetzter Heizung. 4. Als ausgeschlossen kann gelten, daß eine entsprechend den vorgeschriebenen Bedingungen betriebene Bildröhre kurz nach Ablauf der Garantiefrist infolge Alterung, d. h. Nachlassen der Katoden-Emission, unbrauchbar wird. 5. Schließlich sei darauf hingewiesen, daß durch das Herausnehmen des Bildröhrenheizers aus der Heizkette auch die elektrischen Verhältnisse in dieser Kette mehr oder minder verändert werden *(Valvo GmbH)*.

Die Stellungnahme der *Telefunken GmbH* besagte inhaltlich das gleiche. Das Absinken der Katoden-Emission von Bildröhren als Folge einer Alterung ist nicht als *Fehler* zu bezeichnen. Gegen den Wunsch, die Arbeitsfähigkeit der verbrauchten Röhre durch Regenerieren mit erhöhter Heizspannung zu verlängern, ist nichts einzuwenden. Es handelt sich jedoch bei dem hier angegebenen Verfahren keineswegs um eine Regenerierung, weil die Heizung nicht nur vorübergehend erhöht wird und infolgedessen die Zerstörung der Katode zeitlich (Verdampfung) beschleunigt wird.

Telefunken möchte zusätzlich noch darauf hinweisen, daß durch diese dauernde Hochheizung der Röhre mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit damit zu rechnen ist, daß die Isolationsschicht zwischen Faden und Katode nach einer gewissen Zeit schlechter werden wird und durch Auftreten dieses Isolationsstromes ein weiterer Nachteil hinzukommen kann. – Die Methode, verbrauchte Bildröhren in dieser Weise für eine gewisse Zeit zu retten, ist nicht neu und in amerikanischen Veröffentlichungen mehrfach beschrieben[1]). Allerdings wird hierbei meist die betreffende Bildröhre nur eine Zeit lang mit der höheren Heizspannung betrieben. Die dauernde Überheizung ist, wie bereits geschildert, keine sichere Methode.

Eine vorbildliche Kundendienst-Zeitschrift

Es gibt viele Kundendienstzeitschriften. Sie liegen beim Drogisten und Fleischer, beim Gemüsehändler und im Lebensmittelgeschäft aus – aber die meisten sind wenig ansprechend aufgemacht und genießen demzufolge auch kein besonderes Ansehen. Um so erfreulicher sind das äußere Bild und die Zusammenstellung des *„funkfernseh-journals"* vom Verlag Werberuf GmbH, München 25, das wir schon einmal in der FUNKSCHAU besprochen haben. Wieder kommen uns vier Ausgaben in die Hände, und erneut dürfen wir feststellen, daß sich die Redaktion und der Grafiker außerordentlich große Mühe geben. Jedes der alle vierzehn Tage erscheinenden Hefte enthält nicht nur das vollständige Fernsehprogramm für zwei Wochen, sondern auch eine Fülle interessanter Beiträge für den Rundfunk-, Fernseh- und Schallplattenfreund. Wir verzeichnen auch eine angemessene Berücksichtigung der Technik; mit einfachen Worten wird beispielsweise das Thema „Fernsehantennen" oder „Gedruckte Schaltung" richtig und leicht lesbar behandelt. Neue Empfänger, Tonband- und Phonogeräte werden vorgestellt, natürlich auch die Stars der Studios. Ebensowenig fehlen die netten Fernseh-Witzchen und eine maßvolle, durchweg aufbauend gehaltene Kritik am Fernsehprogramm. –r

[1]) Auch bei uns wurde dieses Verfahren in der Kriegs- und ersten Nachkriegszeit zum Regenerieren von Rundfunkröhren vielfach mit Erfolg angewendet.

Neue Verwaltungsanweisung zum Gesetz über den Betrieb von Hochfrequenz-Geräten

Bekanntlich betrifft das im Jahre 1949 erlassene Gesetz über den Betrieb von Hf-Geräten und -Anlagen alle Einrichtungen, die elektromagnetische Schwingungen im Bereich von 10 kHz bis 3 000 000 MHz erzeugen, wobei Anlagen für die fernmeldemäßige Übermittlung ausgenommen sind; sie unterliegen anderen Bestimmungen. Im Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen vom 21. November 1957 (Nr. 127) sind neue Verwaltungsanweisungen zu diesem Gesetz veröffentlicht, die jene aus dem Jahre 1950 ersetzen. Sie betonen nochmals die Aufgabe des Gesetzes, nämlich *alle Funkdienste* vor Hf-Störungen zu schützen, einschließlich des Ton- und Fernsehrundfunks.

Im Sinne des Gesetzes gibt es

Hf-Geräte für wissenschaftliche, Meß- und ähnliche Zwecke (u. a. Meßsender, Frequenzmesser, Metallsuchgeräte, Magnetband - Aufsprech- und -Löschgeräte, Hf-Generatoren für Elektronenmikroskope),

Hf-Geräte für elektromedizinische und kosmetische Zwecke,

Hf-Geräte für industrielle und gewerbliche Zwecke (u. a. Geräte für dielektrische und induktive Erwärmung, Ultraschallanwendung).

Abschnitt III der neuen Verwaltungsanordnung regelt das Genehmigungsverfahren für den Betrieb dieser Geräte, wobei wie bisher die technische Prüfung von Seriengeräten und von Einzelgeräten unterschieden wird. Im erstgenannten Falle wird die Prüfung nur an einem Gerät der Serie ausgeführt und unterstellt, daß alle Geräte der gleichen Serie mit dem geprüften Muster bezüglich elektrischer und mechanischer Eigenschaften und damit der elektromagnetischen Störungen identisch sind. Die Kosten für eine Serienprüfung betragen 50 DM. Die Einzelprüfung bezieht sich jeweils nur auf das geprüfte Gerät und kostet 300 DM.

Industrielle Frequenzen

Industrielle, medizinische und wissenschaftliche Hf-Geräte dürfen auf folgenden diskreten Frequenzen bzw. innerhalb der genau angegebenen Frequenzbänder ohne jede Begrenzung von Störfeldstärke und Funkstörspannung arbeiten:

13 560 kHz ± 0,05 %	(= 13 553,22 bis 13 566,78 kHz)
27 120 kHz ± 0,6 %	(= 26 957,27 bis 27 282,72 kHz)
40,68 MHz ± 0,05 %	(= 40,66 bis 40,70 MHz)
461,04 MHz ± 0,2 %	(= 460,12 bis 461,96 MHz)
2 400 MHz ± 50 MHz	(= 2 350 bis 2 450 MHz)
5 850 MHz ± 75 MHz	(= 5 775 bis 5 925 MHz)

Die Funkstörspannung an Leitungen darf im Frequenzbereich 150 bis 30 000 kHz (ausgenommen natürlich auf den beiden ersten der oben genannten Frequenzen) den Grenzwert des Funkstörgrades N (gem. VDE-Bestimmungen) nicht überschreiten, wobei die Verwaltungsanweisung auch den Meßpunkt festlegt. Die Messungen werden gemäß VDE 0877, Teil 1, mit Meßgeräten gemäß VDE 0876 ermittelt.

Soweit die Hf-Geräte auf den vorstehenden diskreten Frequenzen arbeiten, sind sie zwar – wie erwähnt – auf diesen bezüglich Störfeldstärke und Funkstörspannung nicht beschränkt, jedoch sind es die evtl. ausgesandten Ober- und Nebenwellen. Unterhalb von 100 MHz gilt für jede Oberwelle eine Feldstärke von maximal 225 µV/m und oberhalb von 100 MHz eine solche von 45 µV/m als zulässig, jeweils in 100 m Abstand gemessen. Beim Arbeiten außerhalb der diskreten Frequenzen gelten generell als Höchstfeldstärke für Ober- und Nebenwellen 45 µV/m in 100 m Abstand vom Gerät.

Für unsere Leser dürfte Absatz 5.3 der zugleich veröffentlichten „Technischen Bestimmungen der Deutschen Bundespost für Hf-Geräte und -Anlagen" besonders wichtig sein:

„In den Fernseh-Rundfunkbereichen 41 bis 68 MHz, 174 bis 223 MHz und 470 bis 800 MHz darf die Störfeldstärke 30 µV/m, in 30 m Abstand gemessen, nicht überschreiten." Eine Fußnote schränkt ein, daß dieser Grenzwert im Frequenzbereich 41...68 MHz und 470...800 MHz vorerst nur im Störungsfall gilt (. . . offenbar nur dann, wenn ein Hf-Gerät als Störer ermittelt wird; jedoch ist das Einhalten dieses Grenzwertes bei der Serien- und Einzelprüfung anscheinend z. Z. noch nicht nachzuweisen).

Sonderbestimmungen regeln schließlich den Betrieb von Hf-Anlagen während deren Entwicklungszeit, ihren Gebrauch innerhalb von Industriegeländen und in der Hf-Chirurgie. Für letztgenannten Fall werden die Grenzwerte außer Kraft gesetzt, soweit ein nur sekundenlanger Betrieb während einer Operation nötig ist und sichergestellt ist, daß Geräte mit mehr als 175 W Hf-Leistung nur innerhalb eines abgegrenzten Krankenhausgeländes betrieben werden. Für Hf-Geräte in der Kosmetik gelten diese Erleichterungen jedoch nicht. K. T.

Als Neubestückung und Ersatz LORENZ

sind Lorenz-Röhren stets am Platz!

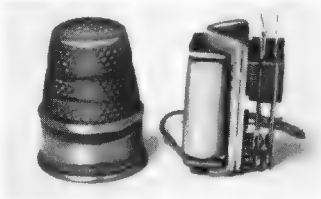
Neue Geräte

Graetz-Maharani F 48. Mit einigen Abänderungen gegenüber dem Fernsehgerät Maharani F 46 D ist nunmehr das Nachfolgegerät F 48 zur Auslieferung an den Fachhandel gelangt. Wie die übrigen Fernsehempfänger besitzt diese Truhe mit 53-cm-Bildröhre die neue Hochspannungsstabilisierung, Bildformat-Automatik sowie Schallkompressor, Klarzeichner und Schnellwahltasten. Die TV-Automatik garantiert konstante Hochspannung, gleichbleibendes Bildformat, größtmögliche Punkt- und damit Bildschärfe *(Graetz KG, Altena/Westf.)*.

Philips Hi-Fi-Musikgeräte. Der auf der Funkausstellung in Frankfurt gezeigte Hi-Fi-Plattenspieler wird jetzt in zwei Ausführungen geliefert. Die Studio-Ausführung, Typ AG 2205/22, enthält zwei dynamische Tonabnehmersysteme mit einem Saphirstift für Normalrillen und einem Diamantabtaststift für Mikrorillen. Ein Transistor-Vorverstärker sorgt für eine ausreichende Erhöhung der zur Aussteuerung eines Verstärkers notwendigen Spannung. Der Preis des Plattenspielers beträgt 368 DM. Die zweite Ausführung vom Typ AG 2205/22 KT ist mit dem Philips Hi-Fi-Kristalltonkopf ausgestattet und kostet 238 DM. Charakteristisch für die Geräte sind der schwere Plattenteller und die Freistellung des antreibenden Reibrades mit einem besonderen Relais. Die Drehzahlumschaltung erfolgt mit einem Druckknopf, der außerdem eine Wirbelstrombremse zur Feinregulierung der Geschwindigkeit bedient *(Deutsche Philips GmbH, Hamburg)*.

Neuerungen

Gleichstrom-Miniatur-Relais. Relais winzigster Abmessungen stellt die Firma Wiso her. Die Relais sind besonders für Funk-Fernsteuerungen geeignet, da sie wenig Raum beanspruchen und hohe Empfindlichkeit aufweisen *(Bild)*. Die Gesamtabmes-



sungen betragen nur 21 × 10 mm bei einer Bauhöhe von 14 mm mit Federsatz und einem Gewicht von 8 Gramm. Im Federsatz können maximal zwei Arbeitskontakte und ein Ruhe- oder ein Umschaltkontakt untergebracht werden. Der Kontaktdruck erreicht 2 × 6 g. Die Relais werden für 3 bis 30 V Betriebsspannung und eine Ansprechleistung von 90 mW gebaut. Sie werden mit einem Gewindebolzen M 2,6 befestigt und arbeiten zuverlässig im Temperaturbereich von −20...+ 65° C. Die Firma stellt auch Drehspul-Kleinstrelais ohne und mit permanentmagnetischer Kontaktverstärkung sowie Drehspul-Kleinstmeßwerke her *(Wilhelm Sonnenschein, Berlin-Charlottenburg 2)*.

Röhren und Kristalloden

Zweifachtriode E 180 CC. Zur Grünen Reihe der Valvo-Farbserie gehört die neue Zweifachtriode E 180 CC in Novaltechnik mit getrennten Katoden. Sie ist eine Spezialröhre mit definierter Zuverlässigkeit, engen Toleranzen in bestimmten Kennlinienbereichen und zwischenschichtfreien Katoden und ist besonders für die Impulstechnik geeignet, z. B. für Flip-Flop- und Torschaltungen, in denen bei einer Gittervorspannung von 0 V ein verhältnismäßig hoher Anodenstrom gefordert wird. Dabei kann die einzelne Katode bis zu 200 mA belastet werden. Die elektrischen Daten der Röhre entsprechen weitgehend jenen des amerikanischen Typs 5965 bei gleicher Sockelschaltung. Die REETMA-Bezeichnung der E 180 CC ist 7062. Ihr Preis beträgt 10.50 DM *(Valvo GmbH, Hamburg)*.

Verbesserte Stabilisatorröhren. Bisher war es erforderlich, Stabilisatorröhren unter gleichmäßiger Beleuchtung zu halten, da deren Zündspannung von der Helligkeit abhängt. Um diese oft schwierige Maßnahme überflüssig zu machen, hat Valvo für seine wichtigsten Stabilisator-Typen neue Fertigungsmethoden eingeführt, so daß praktisch kein Unterschied mehr zwischen der Zündspannung bei normaler Beleuchtungsstärke von etwa 50...500 Lux und bei völliger Dunkelheit besteht. Folgende Typen sind auf dieses neue Fertigungsverfahren umgestellt worden: 75 C 1, 85 A 2, 90 C 1, 108 C 1 (OB 2), 150 C 2 (OA 2) und 5651. Vor kurzem wurde auch die Garantiezeit für sämtliche Stabilisatorröhren von 6 auf 12 Monate verlängert *(Valvo GmbH, Hamburg)*.

Hf-Pentode E 90 F. In der Blauen Reihe der Valvo-Farbserie ist als neuer Typ die Hf-Pentode in Miniaturtechnik E 90 F erschienen. Dieser Typ ist praktisch die stoß- und erschütterungsfeste Ausführung der amerikanischen Röhre 6 BH 6/6661. Mit dem niedrigen Heizstrom von 150 mA wird diese Röhre besonders für die Verwendung im Fahrzeugfunk sowie im Luft- und Seeverkehr geeignet. Kurzzeitige Schwankungen der Heizspannung von ± 20 % schädigen die Röhre nicht. Wird allerdings eine sehr hohe Lebensdauer gefordert, muß die übliche Grenze der Heizspannungs-Schwankungen von ± 5 % eingehalten werden. Außer in mobilen Geräten kann die neue Hf-Pentode mit Vorteil auch in industrielle Anlagen eingesetzt werden. Preis 12.90 DM *(Valvo GmbH, Hamburg)*.

Kundendienstschriften

Grundig:

Kundendienst-Schaltbilder (Musikgerät 2077, Musikgerät 2088 und Musikschrank 7058).

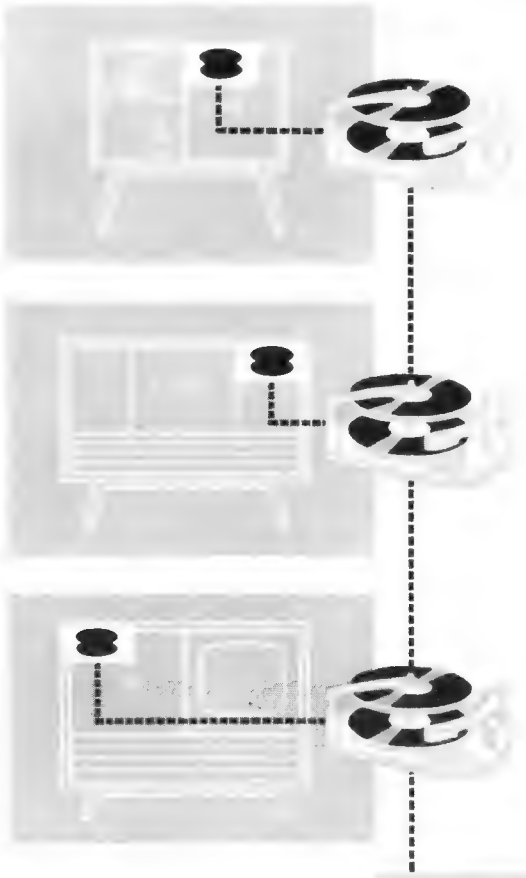
Loewe-Opta:

Neue Fernseh-Kundendienstunterlagen (Abgleichvorschrift für Empfänger mit zwei Ton-Zf-Stufen, Schaltungsänderungen der Fernsehgeräte mit statisch fokussierten Bildröhren, Fernsehservice für Atrium 626, Optalux 629 SL, Magier 1643 SL, Stadion 1634 SL und Trianon 2647. Dazu ein besonderer Hinweis über die Störstrahlsicherheit von Loewe-Opta-Empfängern).

Fernsehservice - Hinweise (Schaltungsänderungen, Bestellung von Ersatzteilen, Garantiekarte, verschiedene Preise und Bestellnummern).

Fernsehservice-Bestell- und Preisliste für Ersatzteile (Typen Atrium 626, Iris 624, Trianon 2647 mit statisch fokussierten Bildröhren).

Fernsehservice (Technische Daten des Loewe-Opta-Fernsehgeräts Iris 624 und Technische Hinweise. Kundendienst - Schaltbild, Impulsplan).

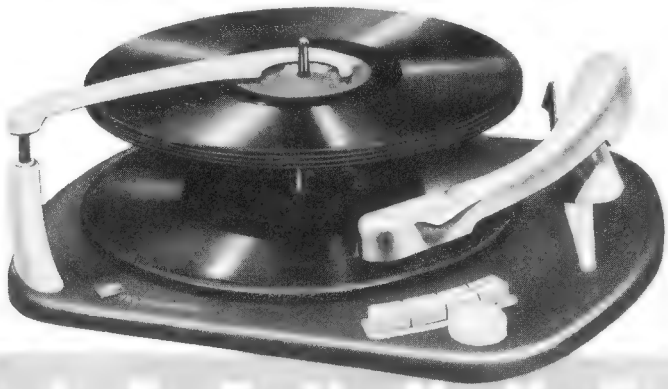


Sicherheit als Mitgift

TELEFUNKEN-Plattenwechsler sind in Truhen und Vitrinen sehr beliebt, weil man die Sicherheiten schätzt, die sie bei ihrem Einbau bieten:

Sprichwörtliche Narren- und Betriebssicherheit • Zuverlässigkeit im Gleichlauf • automatische Nullstellung nach Spielende • sicherer Sitz in der Montageplatte bei einfachster, zeit- und kostensparender Montage • Wechselachse und Plattenhalter fest eingebaut und sicher vor Verlust • einfachste Umstellung von 50 Hz auf 60 Hz, daher auch bei Einzelverkauf exportsicher • durch Horizontal-Plattenhalter und „Plattenlift"-Wechselachse beste Sicherheit für Schonung der Platten

Bauen Sie Sicherheiten ein – bauen Sie Plattenwechsler von TELEFUNKEN ein



TELE FUN KEN

Wer Qualität sucht – findet zu TELEFUNKEN

Aus Industrie und Handel

Programmbereinigung Pintsch Bamag Telefunken. Die Pintsch Bamag AG und die Telefunken GmbH sind im Interesse einer rationellen Betriebsführung übereingekommen, das Arbeitsgebiet der Pintsch Electro GmbH, Konstanz, einer 100 %igen Tochter der Pintsch Bamag AG, aufzuteilen. Die Pintsch Bamag AG behält ihre traditionellen Stammgebiete, wie Seezeichen, Signalanlagen, Regeltechnik, Fahrzeugbeleuchtung, sowie die Pintsch Licht GmbH, München, und wird diese Gebiete in ihren vorhandenen Fertigungsstätten ausbauen. Telefunken erwirbt zur Abrundung seines Programms aus der Pintsch Electro die Gebiete Nachrichten- und Informationstechnik durch Übernahme der Geschäftsanteile dieser Gesellschaft.

Neue Philips-Fernsehanlage mit hohem Auflösungsvermögen. Seit kurzem liefert die Elektro Spezial GmbH eine neue Fernsehanlage mit Resistron für industrielle und kommerzielle Zwecke. Diese Anlage, die aus den Grundelementen Kamera (Typ GM 4930), Steuergerät (Typ GM 4931) und Monitor (GM 4932) besteht, kann beinahe jedem Verwendungszweck angepaßt werden. Die Kamera enthält als Aufnahmeröhre ein Resistron, das je nach Anwendungszweck in drei verschiedenen Ausführungen geliefert wird. Im Monitor wird eine 36-cm-Bildröhre verwendet. Der Anschluß von Fernsteuer- und Umschalteinrichtungen ist möglich. Die Anlage arbeitet mit 625 Zeilen und Zeilensprungverfahren. Ihre Auflösung beträgt ca. 600 Bildpunkte bei direkter Video-Übertragung, ist also wesentlich besser als beim Fernsehrundfunk und eignet sich daher besonders dort, wo es auf die Übertragung von Details ankommt, wie zum Beispiel bei der Prüfung von Schecks und Unterschriften in Banken und Sparkassen sowie in Verbindung mit der Mikroskopie oder der Projektion.

Der millionste Plattenwechsler Rex kommt zu Berliner Kindern. Im Rahmen einer Feier überreichte der Stiftungsdirektor des Hilfswerkes Berlin, Schwarz, 13 Verstärker-Phono-Koffer mit je einem Sortiment Märchen-Schallplatten als Spende der Firma *Perpetuum-Ebner* an die Jugendämter Westberlins. Dabei erhielt der Bezirk Wedding den millionsten Plattenwechsler Rex.

Telefunken hat die Fertigstellung der Fernsehsender Aalen und Waldenburg des Süddeutschen Rundfunks für den Anfang des Jahres 1958 angekündigt. Die Inbetriebnahme der Sender wird durch deren Einbau und die Montage der Antenne allerdings erst einige Monate später möglich sein. Der Fernsehsender Flensburg wird infolge der langwierigen Abstimmarbeiten erst im Laufe des Januar seinen Betrieb aufnehmen.

Schaub-Apparatebau, Abt. der C. Lorenz AG, erweiterte die Fabrikanlage in Pforzheim um einen großen Anbau mit zwei Stockwerken. Er bietet Raum für die steigende Fernsehgeräteproduktion.

Metz teilt mit, daß der Tisch-Fernsehempfänger 921, ein 43-cm-Gerät mit Klarzeichner und Kontrastfilter, ab sofort mit dem „Zauberauge" für die lichtabhängige Steuerung von Kontrast und Helligkeit geliefert wird.

Philips hat noch rechtzeitig vor Weihnachten das neue Fernsehgerät „Leonardo-Luxus" in Truhenausführung herausgebracht. Äußerlich gleicht es dem Standgerät „Michelangelo".

Kurt Schellenberg, bis 1953 einer der bedeutendsten Radiogroßhändler Mitteldeutschlands — er betrieb vier Filialen — hat vor einiger Zeit in Hamburg mit tatkräftiger Mithilfe seiner Frau wieder eine eigene Fernseh- und Radiogroßhandlung eröffnet, nachdem er nach seiner Übersiedlung aus Leipzig einige Jahre Geschäftsführer der Hamburger Firma Weide & Co war. In seiner Zentrale am Pilatuspool 7, Hamburg 36, und in seiner Filiale Bremen wird bereits wieder eine größere Zahl von Angestellten, z. T. aus Leipzig übernommen, beschäftigt.

Nordmende gibt bekannt, daß die Teilzahlungszuschläge ab sofort von 1 % pro Monat auf 0,8 % ermäßigt worden sind.

Persönliches

Helmut Gehlert, Prokurist und kaufmännischer Leiter des Röhrenwerkes Ulm der Telefunken GmbH, stand am 1. Januar 1958 25 Jahre im Dienste der Firma. Der heute 55jährige war nach seiner Lehr- und Ausbildungszeit im Handel und in der elektrotechnischen Industrie zunächst in einer Auslandsvertretung Telefunkens tätig, ehe er mit der kriegsbedingten Verlagerung des Röhrenwerkes aus Polen im Jahre 1944 nach Ulm kam.

Sir Robert Watson-Watt, der bekannte Radarfachmann und Leiter der englischen Funkmeßentwicklung vor und während des Krieges, erhielt vom Franklin Institute of America in Anerkennung seiner Beiträge zur Entwicklung des Impulsradars die Elliott-Cresson-Medaille verliehen. Sir Robert lebt heute in Kanada als Leiter einer Beratungsfirma für elektronische Anlagen. Er ist deutschen Fachkreisen auch persönlich durch verschiedene Vorträge, die er im Bundesgebiet gehalten hat, bekannt geworden.

Dipl.-Chem. Dr.-phil. Fred Hamel starb am 9. 12. 1957 überraschend im Alter von nur 54 Jahren. Er wurde 1903 in Paris als Sohn deutsch/englischer Eltern geboren, wurde 1947 Leiter der Musikabteilung des NWDR und ein Jahr später Leiter der Archiv-Produktion der Deutschen Grammophon-Gesellschaft; diesen Posten hatte er bis zu seinem Tode inne.

Der Vertriebsleiter für das Warengeschäft Hannover der Telefunken GmbH, Direktor **Gerhard Mannhardt,** ist am 25. Dezember 1957 im Alter von 57 Jahren unerwartet an einem Herzschlag verstorben. Mannhardt zählte zu den langjährigen Telefunken-Mitarbeitern. Bis zum Kriegsende war er Leiter des Radio-Exports in Berlin. Ende 1945 wurde er als Opfer der Zeitumstände in der Ostzone verhaftet und konnte erst im Februar 1954 wieder in die Freiheit zurückkehren. Kurze Zeit danach übernahm Mannhardt wieder sein Spezialgebiet, den Vertrieb, und wurde vor Jahresfrist mit der Leitung des Waren-Vertriebs Inland betraut.

Telefunken hat die Vertriebsleitung des Fachgebietes Elektroakustik Oberingenieur **Petzoldt** übertragen. Die Leitung der Entwicklung dieses Gebietes hat nach wie vor *Dipl.-Ing.* Schlechtweg in Händen.

BEYER

Mikrofone

Übertragungsanlage mit
16 Richtmikrofonen Typ M 60
anläßlich der
La Plata-Konferenz
in Hamburg

Dank der ausgeprägten Nierencharakteristik der Mikrofone ist die Anordnung einer Lautsprechergruppe im Zentrum des Raumes möglich.

Übertragungsanlage Tondienst Hamburg

AUCH IM NEUEN JAHR 1958

bürgt dieses Zeichen für

F H MERULA

hervorragende Qualität unserer Erzeugnisse

F&H SCHUMANN GMBH

Piezo-elektrische Geräte

HINSBECK/RHLD.

Für kompakte Transistor- und Miniatur-Stromkreise, wo große Leistung in kleinem Volumen erwünscht ist, empfehlen wir die Anwendung von

Kondensatoren aus festem TANTAL

Die pat. CHIMEL-Kondensatoren aus porösem, gesintertem Tantal – nach einem neuen Verfahren mit Metallpulvern verarbeitet – trocknen nicht aus, wie alle elektrolytischen oder feuchten Kondensatoren. Solche aus dünnen Tantalfolien können nach 5000 Betriebsstunden 50% ihrer Leistung verlieren. Dagegen weisen die CHIMEL-Kondensatoren aus Tantal bei maximaler Belastung und 85° C Abweichungen von weniger als ±10% auf. Die pat. CHIMEL-Kondensatoren haben eine ausgezeichnete Stabilität, größte Stoßfestigkeit und können nicht korrodieren. Ihr Betriebsbereich erstreckt sich von –80° bis 85° C; Typ „HT" sogar bis zu 125° C.

Das Fertigungsprogramm umfaßt Kondensatoren von 0,005 bis 60 MF und von 6 V bis 35 V.

Die CHIMEL-Kondensatoren, Weltpatente angemeldet, werden demnächst auch in anderen Ländern Westeuropas unter Lizenz hergestellt.

Auskunft und nähere Angaben bei

CHIMEL S. A. - 4 place du Molard, Genf (Schweiz)

PHILIPS FACHBÜCHER

POPULÄRE REIHE

Vom Mikrofon zum Ohr.
Von G. Slot (55)
Moderne Tonaufnahme- und Wiedergabetechnik.
Von der Zinnfolie zur Mikrorille – Vom Schall zur Platte – Tonabnehmer – Nadel und Platte – Die Pflege von Nadel und Platte – Plattenspieler und Plattenwechsler – Verstärker – Lautsprecher – High Fidelity, Beurteilung und Prüfung – Magnetbandgeräte – Technik im Dienste der Musik.
(8°) 169 Seiten, 118 Abb. Kart. DM 9,50

Röhren für Batterie-Empfänger.
Von E. Rodenhuis (56)
Mit Beiträgen zum UKW-Empfang mit Batteriegeräten
von Dipl.-Ing. W. Sparbier.
Entwicklung der Batterieröhren – Übersicht über moderne Batterie-Empfänger – Miniatur-Batterieröhren mit Heizfäden für 50 mA – Technische Daten, Beschreibung und Schaltungshinweise für die Röhren DK 92, DF 91, DAF 91, DL 92, DL 94 und DC 90 – Die Abstimmanzeigeröhren DM 70, DM 71 – Miniatur-Batterieröhren mit Heizfäden für 25 mA – Röhren DK 96, DF 96, DAF 96, DL 96 und DF 97 – Beschreibungen von 4-, 5-, 6- und 7-Röhren-Empfängern – Beschreibung von praktisch erprobten Schaltungen für AM-Batterie-Empfänger und AM/FM-Empfänger für Batterie- und Wechselstrombetrieb und mehr.
(8°) 217 Seiten, 221 Abb., 6 Falttafeln. Kart. DM 12,–

Germanium-Dioden.
Von Dr. S. D. Bron (55)
Historisches – Moderne Kristall-Dioden, Die Arbeitsweise der Germanium-Diode, Herstellung von Germanium-Dioden – Die Charakteristik der Kristall-Diode – Allgemeiner Vergleich der Eigenschaften von Germanium-Dioden und Hochvakuum-Dioden – Grundbegriffe der Gleichrichtung – Die Kristall-Diode als Gleichrichter – Die Germanium-Diode als spezifisches Schaltelement für sehr hohe Frequenzen – Kristall-Dioden OA 70, OA 71, OA 72, OA 73, OA 74 – 27 verschiedene Anwendungsbeispiele, u. a.: Gleichrichter für niederohmige und hochohmige Belastung, Meßinstrumente, Video-Demodulation und automatische Verstärkungs-Regelung in einem Fernseh-Empfänger, Dynamischer Begrenzer für FM-Empfänger, Impulsformer, Radiowecker, Dioden-Empfänger ohne Antenne, Demodulation und AVR in Rundfunk-Empfängern, Zeitschalter mit Germanium-Diode, Germanium-Dioden in Relaisschaltungen und vieles mehr.
(8°) 79 Seiten, 58 Abb. Kart. DM 5,50

Drahtlose Fernsteuerung.
Von A. H. Bruinsma (55) 2. erweiterte Aufl.
Amplituden-Modulations- und Impuls-Modulations-System.
Ein Zwei-Kanalsystem mit Amplituden-Modulation – Ein Acht-Kanalsystem mit Impuls-Modulation – Beschreibung eines Empfängers für Impulshöhen-Modulation mit acht Kanälen, unter denen sich ein Tonkanal befindet – Beschreibung des mit dem Empfänger für acht Kanäle ausgerüsteten Vorführungsbootes mit Bordflugzeugen – Anhang mit mechanischen und elektrischen Daten von ECC 40, EF 42, ECH 42, AZ 41, EA 50, ECL 80, EF 86, AZ 4, DK 96, DL 41, DAF 91, DL 92, DF 91, DF 92, DAF 40, DF 96.
(8°) 101 Seiten, 79 Abb. Kart. DM 6,–

ERHÄLTLICH IM BUCHHANDEL

Fordern Sie den Fachbuch-Katalog 1957/58 und Sonderprospekte der angebotenen Bücher

HAMBURG 1
DEUTSCHE PHILIPS GMBH
VERLAGS-ABTEILUNG

RADIOGROSSHANDLUNG

HANS SEGER

REGENSBURG

Tel. 22080, Bruderwöhrdstraße 12

liefert schnell und zuverlässig

erstklassige Fabrikate

- **Rundfunk- und Fernsehgeräte**
- **Musikschränke, Kombinationen**
- **Phono- und Tonbandgeräte**
- **Koffer- und Autosuper**

Röhren

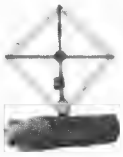
originalverpackt mit Garantie

sehr preiswert

Der Radio-Fachgroßhandel verkauft nur an den Radio-Fachhandel, seinen natürlichen Partner!

FEMEG

Einmaliges, günstiges Angebot:



US-Peil-Rahmen-Antenne mit Tragetasche, gut geeignet für Fuchsjagd-Empfänger, komplett mit Anschlußschnur und Stecker, Stückpreis DM 15.–

Engl. Handmikrofone mit Kohlekapsel, Umschalter, Schnur und Stecker, vielseitig verwendbar DM 6.50; Gewicht ca. 230 g

Streifenschreiber Type LORENZ T 36, überarbeitet, betriebsklar, Stückpreis DM 420.–

Amer. Blei-Sammler-Kippsichere Ausführung, Type BB-54 A, 2 V – 28 A, ungefüllt, Gr. 9 x 13 x 7½ cm; Gewicht ca. 1500 g, Preis DM 12.50

US-Elko, 3 V – 24000 MF, Größe 7 x 11 cm, Gewicht ca. 550 g, Preis DM 5.–

Engl. Sende-Empfänger WS 48, die wirklich preisgünstige Funkstation für den Amateur; Frequenzbereich 6-9 MHz = 50-33 m, Stückpreis DM 195.–

Auslandsvertretung Schweiz:
Firma Schnellmann, Scheuchzerstraße 20, Zürich 6

MÜNCHEN 2, AUGUSTENSTRASSE 16, TEL. 593535

GENERAL RADIO

VARIACS

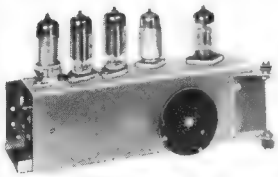
haben die gleiche Zuverlässigkeit wie Transformatoren mit fester Übersetzung. Weit über eine Million Variacs im Gebrauch. Druckschriften auf Wunsch.

IMPORT UND ALLEINVERTRIEB:
DR.-ING. NÜSSLEIN
ETTLINGEN-KARLSRUHE
DÖRNIGWEG 6

TRANSFORMATOREN

Serien- und Einzelanfertigung aller Arten
Neuwicklungen in drei Tagen

Herbert v. Kaufmann
Hamburg-Wandsbek 1
Rüterstraße 83



UKW-Einbausuper W 5100

5 Röhren, 10 Kreise, EC 92, ECC 85, EF 89, EF 89, EB 91;
DM 99.40

Ing.-Büro Valett Hamburg-Flottbek, Baron-Voght-Straße 2

WÄHLZENTRALEN

für Haustelefon
vollautomatisch m. vollk. getrennten Sprechstell. ab 3 bis 25 Anschlüssen ab DM 95 —. Tischapparate hierzu (Postnorm W 28) à DM 17.80

Kleinanlagen mit Stromversorgung 2 bis 4 Teilnehmer zu DM 69.—, 97.— und 120.—

PRÜFHOF · (13b) Unterneukirchen

USA-Doppelspiel-Tonbänder!

Für jedes Bandgerät, mit Spule und Kassette

365 m	13 cm ⌀	22.80
503 m	15 cm ⌀	31.60
732 m	18 cm ⌀	44.70

Hans W. Stier
Berlin-SW 61
Friedrichstraße 231

Musikschränke

(leer) aus Restposten zum Einbau Ihrer Rundfunk-, Fernseh-, Phono-, Tonbandchassis. Verlangen Sie bebildertes Angebot von

Tonmöbelbau KURT RIPPIN
Miltenberg / Main
v. Steinstraße 15

ENDSTUFEN-TRANSISTOREN

Schaltertypen, m. Kühlschelle; Kniespanng. < 0,35 V bei 125 mA; Stromverstärkg. 16...32 bei 10 mA; bes. geeignet f. Treiberstufen, Gleichspannungswandler, Relaisverstärker höherer Belastbarkeit, z. B. in Fernsteuerungen usw.

OC gelb, $-U_{ce\,max}$ 12 V . . . . **DM 4.95**

Radio-Scheck NÜRNBERG Innere Laufergasse

PPP 20. Funkschau 2/57, RPB Nr. 85 Übertrager M 85 symmetr. 2xEL 34 DM 16.— Netztrafo M 102 b dopp. Anode, 6,3 V-5 A DM 24.—. **PPP 15.** Übertr. M 74 symmetr. 2 x EL 84 DM 14.25. Netztrafo M 85 b dopp. Anode, 6,3 V-4 A DM 19.80.

Ultralinear-Übertr. 30-20000 Hz. G 2 Gegenkoppl. 17 W M 85 2xEL 84 Raa = 8 kΩ Ua = 300 V S. 5 Ω, 15 Ω u. 100 V DM 22.50. 35 W M 102 b 2xEL 34 Raa = 3,4 kΩ Ua 375 S. 5Ω, 15Ω u. 100 V DM 34.50. Netztrafos und Drosseln dazu auf Anfrage. Mengenrabatte.

G. u. R. Lorenz, Roth b. Nürnberg · Trafobau

Lautsprecher-Reparaturen

in 3 Tagen gut und billig

RADIO ZIMMER
SENDEN / Jller

Schwingquarze

von 800 Hz bis 50 MHz **kurzfristig lieferbar!**
Aus besten Rohstoffen gefertigt · In verschiedenen Halterungen und Genauigkeiten Für alle Bedarfsfälle

M. HARTMUTH ING.
Meßtechnik · Quarztechnik
Hamburg 36

KSL Regel-Trenn-Transformator

für Werkstatt und Kundendienst, Leistung: 300 VA, Pr. 110/125/150/220/240 V durch Schalter an d. Frontplatte umstellbar, Sek. 180-260 V in 15 Stufen regelbar mit Glimmlampe und Sicherung. Dieser Transformator **schaltet** beim Regelvorgang **nicht ab,** daher keine Beschädigung d. Fernsehgerätes.

Mengenrabatt auf Anfrage.

Type RG 3 Preis netto **DM 138.—**

K. F. SCHWARZ Transformatorenfabrik
Ludwigshafen a. Rh., Bruchwiesenstr. 25, Tel. 67446

Akku-Ladegerät

anschlußfertig für 2-4-6 V Ladestrom bis 1,2 Amp. für Kofferempfänger Motorrad und Auto, zum Preise von DMW 54.– brutto lieferbar.

KUNZ KG. Abt. Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4, Giesebrechtstr. 10

3000 Röhren-Typen ab Lager

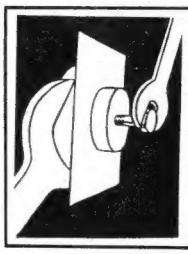
Einmalige Preise								UKW-Kabel
		EAA 901	5.50	EK 2	5.95			m 16 Pfg.
		EAF 42	2.80	EL 3	4.95			FS-Kabel
		EBC 41	3.20	UCH 81	3.60			m 20 Pfg.
AF 3	4.10	EBL 1	5.95	1 U 4	2.95			
AF 7	3.95	EF 800	8.95	6 AK 5	4.50			

Händler verlangen 20 seitigen Katalog

FRANZ HEINZE COBURG
GROSSHANDLUNG · POSTFACH 507

Ch. Rohloff
Oberwinter b. Bonn
Telefon: Rolandseck 289

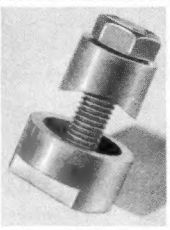
Kunden-Kartei-Karten
Muster
frei
RADIO-VERLAG EGON FRENZEL KG
Postfach 354
Gelsenkirchen

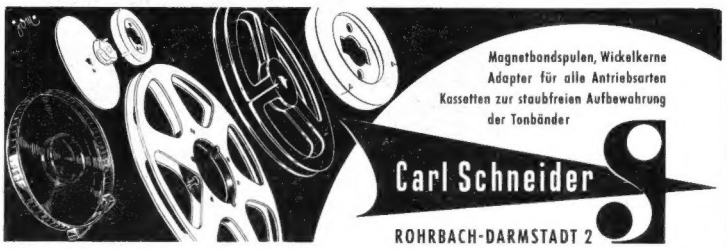


REKORDLOCHER

In 1½ Min. werden mit dem REKORD-LOCHER einwandfreie Löcher in Metall und alle Materialien gestanzt. Leichte Handhabung - nur mit gewöhnlichem Schraubenschlüssel. Standardgrößen von 10-61 mm ⌀, DM 7.50 bis DM 35.–.

W. NIEDERMEIER · MÜNCHEN 19
Nibelungenstraße 22 - Telefon 67029





IHR WISSEN = IHR KAPITAL!

Radio- und Fernsehfachleute werden immer dringender gesucht:

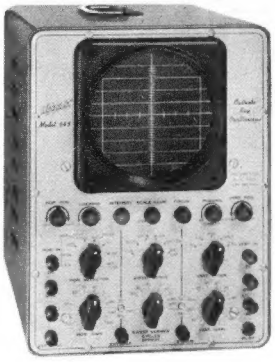
Unsere seit Jahren bestens bewährten

RADIO- UND FERNSEH-FERNKURSE

mit Abschlußbestätigung, Aufgabenkorrektur und Betreuung verhelfen Ihnen zum sicheren Vorwärtskommen im Beruf. Getrennte Kurse für Anfänger und Fortgeschrittene sowie Radio-Praktikum und Sonderlehrbriefe.

Ausführliche Prospekte kostenlos.

Fernunterricht für Radiotechnik
Ing. HEINZ RICHTER
GÜNTERING, POST HECHENDORF, PILSENSEE/OBB.



Das berühmte »HICKOCK« Modell 685

Tragbarer

Kathodenstrahl-Oszillograph

Über seine vielen Vorzüge unterrichtet Sie unsere Spezial-Druckschrift, die wir Ihnen auf Anforderung gerne zusenden.

THE HICKOCK
ELECTRICAL INSTRUMENTS CO.

Alleinvertrieb für Westdeutschland:
INTRACO GmbH., München 2, Dachauer Str. 112, Tel. 63141, Fernschr. 052-3310

2. - 11. März 1958

Leipziger Messe

Technische Messe und Mustermesse

10000 Aussteller aus 40 Ländern
55 Branchengruppen
Einkäufer aus 80 Ländern

Im Messehaus „Städtisches Kaufhaus" erwartet Sie auf 3000 qm ein interessantes Angebot in

Fernsehempfängern und Zubehör
Rundfunkempfängern
Tonverstärkern
Magnetophongeräten
Sprechmaschinen

Messeausweise und Auskünfte durch alle Industrie- und Handelskammern sowie Handwerkskammern. Auch die Zweigstelle des Leipziger Messeamtes, Frankfurt/Main, Liebfrauenberg 37, Tel. 26207, erteilt gern nähere Auskünfte.

LEIPZIGER MESSEAMT · LEIPZIG C 1 · HAINSTRASSE 18

WIR SUCHEN ZUM BALDIGEN ANTRITT

- **Entwicklungs-Ingenieure**
- **Fertigungs-Ingenieure**
- **Konstrukteure**
- **Techniker**
- **Rundfunk-Mechaniker**
- **Feinmechaniker**
- **Feindreher**

für unsere Rundfunk- und Fernsehgeräte-Fertigung. Angenehme und kollegiale Arbeitsbedingungen in anerkannt gutem Betriebsklima. Gesunde Lebensverhältnisse in landschaftlich schönster Umgebung. Gute Wohnmöglichkeiten in modernen Neubauten. Wir bitten um Einsendung vollständiger Bewerbungsunterlagen mit Angabe von Gehalts- bzw. Lohnansprüchen.

Loewe Opta Aktiengesellschaft · Kronach/Nordbayern

Rundfunk-mechanikermeister
27 Jahre, led., in ungekünd. Stellg. sucht neuen Wirkungskreis. Sehr vielseitige Erfahr. in allen in der Funk- u. Fernsehtechnik vork. Reparaturen. Führerschein und eig. Wagen vorh. Wohnung erwünscht, da m. Mutter lebend. Angebote erbeten unter Nr. 6900 A

Ab sofort oder später tüchtigen

Radio- und Fernsehtechniker

für gute ausbaufähige Position gesucht. Pers. o. schriftl. Bew. erb. an
Gebr. NEUENHOFER
Wesel/Rhein
Korbmacherstr. 23/27

Wir suchen zum sofortigen Eintritt

Industriereparateure
Rundfunktechniker

Wir bieten Ihnen eine interessante Tätigkeit in angenehmem Betriebsklima Nähe Nürnberg. Bei Eignung Dauerstellung, sowie eventuell Aufrücken als Bandmeister oder Labortechniker. Unterlagen und Gehaltswünsche unter Nr. 6894 G

Führendes RADIO-FERNSEH-Fachgeschäft sucht zum 1. 2. oder 1. 3. 58 einen

tüchtigen Rundfunk-Fernseh-Techniker

mit Führerschein Klasse III bei bester Bezahlung. Für Unterkunft wird gesorgt. Bewerbungen mit Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen erbeten an

RADIO-FOTO-HAUS ZEUNER
Schweinfurt / a. M.

HOLLÄNDER

28jährig, verheiratet, Erfahrung: Fernmeldetechnik, Telefon-Telegraf, spricht Englisch, Holländisch und Deutsch, beendete neue Studien als Verkaufsleiter. Gegenwärtig unter Vertrag in Südafrika. Sucht passende Stelle mit Aufstiegsmöglichkeiten. Eintrittsmöglichkeit Ende 1958. Angebote erbeten unter Nr. 6893 E

Suche

Radio- und Fernsehgeräte, Musiktruhen, kombinierte Fernsehgeräte und Radioröhren. Kaufe Lagerposten gegen Kasse auf. Angebote mit Preisen u. Rabattsätzen bitte u. Nr. 6892 D

AUSLANDSVERTRETUNG FS-IFS-RADIO
Schweden

Für mehrere namhafte deutsche Herstellerwerke sucht zu möglichst umgehendem Dienstantritt (evtl. später)

1. **Ingenieur**
mit erstklassigen Kenntnissen im industriellen und kommerziellen Fernsehen, mit guten Zeugnissen, hervorragender Führung, geeignet einem Fachbetrieb vorzustehen. Führerschein und Sprachkenntnisse bevorzugt.

2. **Rundfunk-Fernsehtechnikermeister**
m. erstkl. Zeugnissen und guten Umgangsformen s. o.

Wir bieten gute Entwicklungsmöglichkeiten, evtl. Spezialausbildung, hypermoderne Arbeitsverhältnisse, gutes Gehalt und bezahlten Urlaub sowie geregelte Dienstzeit.
Bevorzugt werden unverheiratete Kräfte, Wohnungsfragen werden von uns vor Dienstantritt erledigt.
Eilbewerbungen mit Unterlagen u. Lichtbild werden erbeten unter Nr. 6901 V

Bitte senden Sie Bewerbungsunterlagen raschestens zurück

Gleichrichter-Elemente
und komplette Geräte liefert
H. Kunz K. G.
Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4
Giesebrechtstraße 10

KLEIN-ANZEIGEN

Anzeigen für die FUNKSCHAU sind ausschließlich an den FRANZIS-VERLAG, (13b) München 2, Karlstraße 35, einzusenden. Die Kosten der Anzeige werden nach Erhalt der Vorlage angefordert. Den Text einer Anzeige erbitten wir in Maschinenschrift oder Druckschrift. Der Preis einer Druckzeile, die etwa 25 Buchstaben bzw. Zeichen einschl. Zwischenräumen enthält, beträgt DM 2.–. Für Zifferanzeigen ist eine zusätzliche Gebühr von DM 1.– zu bezahlen.

Zifferanzeigen: Wenn nicht anders angegeben, lautet die Anschrift für Zifferbriefe: FRANZIS-VERLAG, (13b) München 2, Karlstraße 35.

STELLENGESUCHE UND -ANGEBOTE

Radio- und FS-Techniker (23 J.), sucht s. z. 1. 4. 58 zu veränd. (mögl. Ind.). Angeb. unt. Nr. 6898 R

Wer bietet Absolventen einer Techn. Lehranstalt m. abgeschl. Techn.-Examen, Fachricht. Hf-Techn. z. 1. 3. 58 od. 15. 3. 58 Stellg. auf d. Gebiet d. Elektron. Vorhergeh. Tätigk. als El.-Mech. auf d. Geb. d. Elektronik. Alter 25 J., led. Zuschr. u. Nr. 6897 H

Ehrlicher, gut ausgebildeter jüngerer Rundfunktechniker bis spätestens 1. April 1958 gesucht. Zuschr. unter Nr. 6888 M

VERKAUFE

Tonbandamateure! Verlang. Sie neueste Preisliste über Standard- u. Langspielband und das neue SUPER-Langspielbd. m. 100% läng. Spieldauer Tonband-Versand Dr. G. Schröter, Karlsruhe-Durlach, Schinnrainstr. 16

Gelegenh.! Foto-, Film-App., Ferngläs., Tonfol., Schneidger. usw. Auch Ankf. **Studiola, Frankf./M 9**

Regeltrafo 100 A. 2 Ring-Kerne (4 Wickl. 115 V 25 A) 65 kg. u. Schaltt. Instr. ≅ 500 V od. 30 A. A. Rau, Mannheim, Alphornstr. 6

Philips-80-W-Verstärker m. Tonsäule, Schalltricht., 4 Lautspr.-Grupp., 2 Philips-Standmikrof., 1 Tischmikrofon. **Tekade-Verstärker,** fahrbare 6-V-Anlage m. eingeb. Plattenspieler und Trichter. Günstig zu verkauf. unter Nr. 6895 F

Posten neuer Rdfk.-Einzelteile f. Reparaturtechniker od. Amateure umständehalb. bill. abzugeb. Liste auf Anfr. u. 6899 Q

Dämpfungsschreib. (Neumann) m. Eingangs-Pot. 25 dB abzugeben. Zuschriften unter Nr. 6896 S

SUCHE

Radio-Röhren, Spezialröhr., Senderöhr. gegen Kasse zu kauf. gesucht. **SZEBEHELY,** Hamburg-Altona, Schlachterbuden 8

Röhren aller Art kauft geg. Kasse Röhr.-Müller, Frankfurt/M., Kaufunger Straße 24

Labor-Instr., Kathographen, Charlottenbg. Motoren, Berlin W. 35

Kaufe Röhren, Gleichrichter usw. **Heinze, Coburg,** Fach 507

Rundfunk- und **Spezialröhren** aller Art in groß. und kleinen Posten werden laufend angekauft. **Dr. Hans Bürklin, München 15,** Schillerstr. 18, Telefon 5 03 40

Meßgeräte, Röhren, EW, Stabis sowie Restposten aller Art. **Nadler, Berlin-Lichterfelde,** Unter den Eichen 115

Radio-Röhren, Spezialröhr., Senderöhren geg. Kasse zu kauf. gesucht. **Intraco GmbH.,** München 2, Dachauer Str. 112

Wehrmachtgeräte, Meßinstrum., Röhr., **Atzertradio, Berlin,** Stresemannstr. 100, Tel. 24 25 26

Mehrere UKW-Empfäng. Type Fu.H.E. (Emil) 25 b. 170 MHz ges. Angebote unter Nr. 6832 M

Hans Hermann FROMM sucht ständig alle Empfangs- und Senderöhren, Wehrmachtsröhr., Stabilisatoren, Osz.-Röhr. usw. zu günst. Beding. **Berlin-Wilmersdorf,** Fehrbelliner Platz 3, Tel. **87 33 95**

Kaufe Röhr.-Restposten! **Nur** fabrikneue Ware. **Keine** klein. Sortimente. **RÖHREN-HACKER, Berlin-Nk.,** Silbersteinstr. 5-7

METALLGEHÄUSE

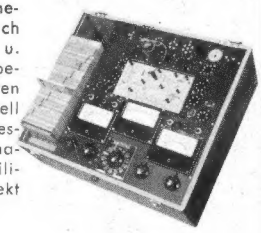
PAUL LEISTNER HAMBURG
HAMBURG-ALTONA · CLAUSSTR. 4-6
Hersteller für FUNKSCHAU-Bauanleitungen · Preisliste anfordern!

SEIT 30 JAHREN

Klein-Transformatoren
FÜR ALLE ZWECKE
FORDERN SIE PROSPEKTE
ING. ERICH + FRED ENGEL
WIESBADEN 95

FUNKE-Röhrenmeßgeräte

mit der narrensicheren Bedienung auch durch Laienhände u. den millionenfach bewährten Prüfkarten (Lochkarten). Modell W 20 auch zur Messung von Germaniumdioden, Stabilisatoren usw. Prospekt anfordern.



MAX FUNKE K. G. Adenau/Eifel
Spezialfabrik für Röhrenmeßgeräte

OLCHING BEI MÜNCHEN · Roggensteiner Str. 5 · Tel. 428

Modernste Methoden der Geländeprospektion vom Flugzeug und fahrenden Auto aus, mit dem neuen

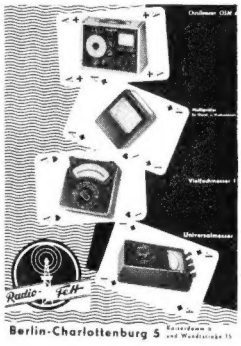
DS-288
Szintillationszähler
von

Detectron

Sonderpreis DM 1 200.-

Mit Plateau-Kompensation, 6 Empfindlichkeitsbereichen, 4 Zeitkonstanten. - Prospektmaterial über dieses und viele andere Modelle anfordern bei:

THE DETECTRON-CORPORATION, ALLEINVERTR. F. WESTDEUTSCHLAND: INTRACO-GmbH, München 2, Dachauer Str. 112, Tel. 6341/43, Fernschr. 052-3310



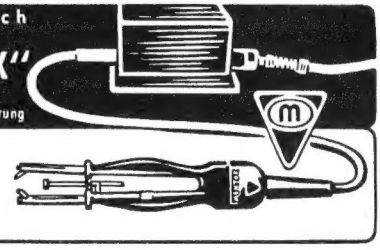
Er ist endlich da – unser neuer **Katalog**

über Meßgeräte, Transistor-Tester, Röhren, Elkos, Antennen, Lautsprecher, Verstärker, Mikrofone, Phono-Chassis, Magnetbandgeräte, Superhet Voll-Transistorgeräte, Werkzeuge, Rokal-Spielzeug-Eisenbahnen, Einzelteile-Zubehör sowie Fachliteratur.
Völlig neue Auflage mit neuesten Preisen, einigen hundert Abbildungen und Zeichnungen. Ein unentbehrliches Nachschlagewerk für Wiederverkäufer, Institute, Schulen, Labors usw.
Schutzgebühr DM 1.25 bei Voreinsendung des Betrages auf Postscheck-Konto Bln. West 24531. Bei Nachnahmeversand DM 1.65.

Fordern Sie daher bitte sofort diesen Katalog von

Radio-Fett BERLIN-CHARLOTTENBURG 5
Wundtstraße 15 und Kaiserdamm 6

Rationalisierung durch
MENTOR
Abisolierzange „ISOLEX"
(Deutsches Patent)
„ISOLEX" ermögl. eine 500%ige Produktionssteigerung

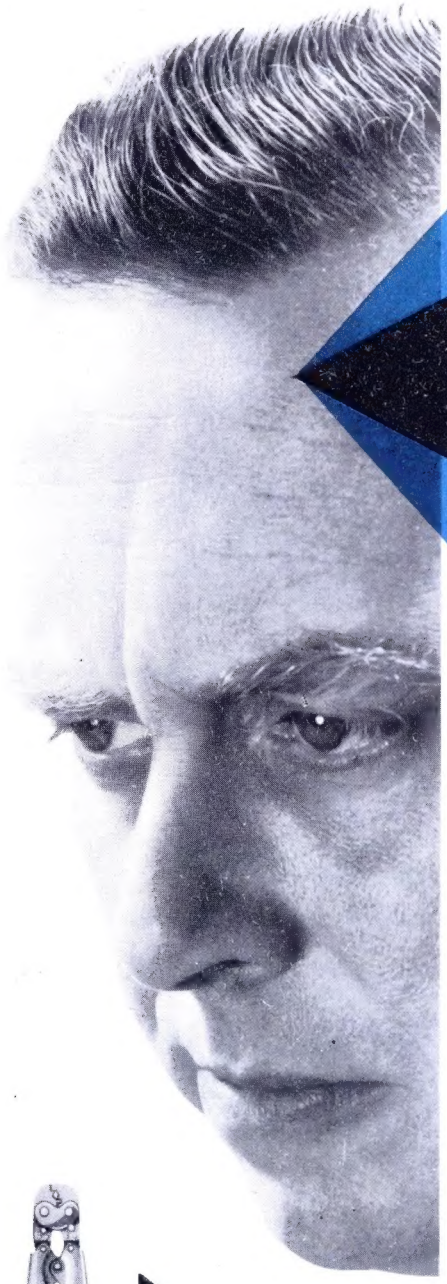


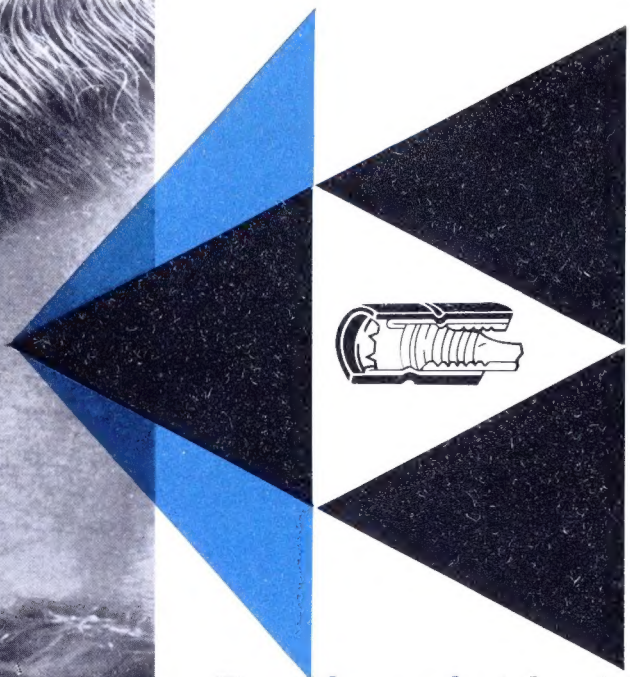
ING. DR. PAUL MOZAR
Fabrik für Elektrotechnik u. Feinmechanik
DÜSSELDORF, Postfach 6085

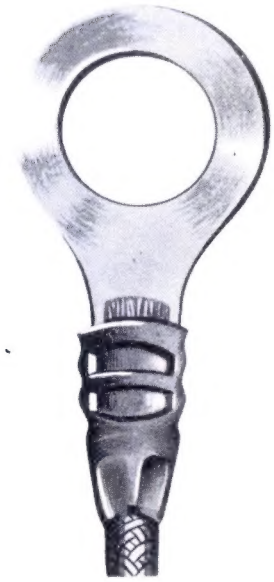
Die guten Eigenschaften von **Rali-UKW-** u. **Fernsehantennen** kommen erst **recht zur Geltung,** wenn man sie montiert mit **Rali-UKW-** und **Fernsehkabel**

Rali

Verkaufsbüro für RALI-Antennen, WALLAU-LAHN
Schließfach 33, Fernsprecher Biedenkopf 8275







Eine Idee und viel geistige Arbeit . . .

AMP hat auf dem Gebiet der elektrischen Anschlüsse eine Umwälzung zustande gebracht. Das AMP System hat eine vollkommen auf wissenschaftlicher Basis beruhende Methode der Herstellung und Befestigung von Kabelschuhen ohne Lötung gebracht.

Die AMP verfügt über einen auf das Studium dieser Methode und die experimentelle Erprobung derselben spezialisierten Ingenieursstab.

Jeder Typ dieser Kabelschuhe wird von der AMP der jeweiligen Zweckbestimmung entsprechend entworfen.

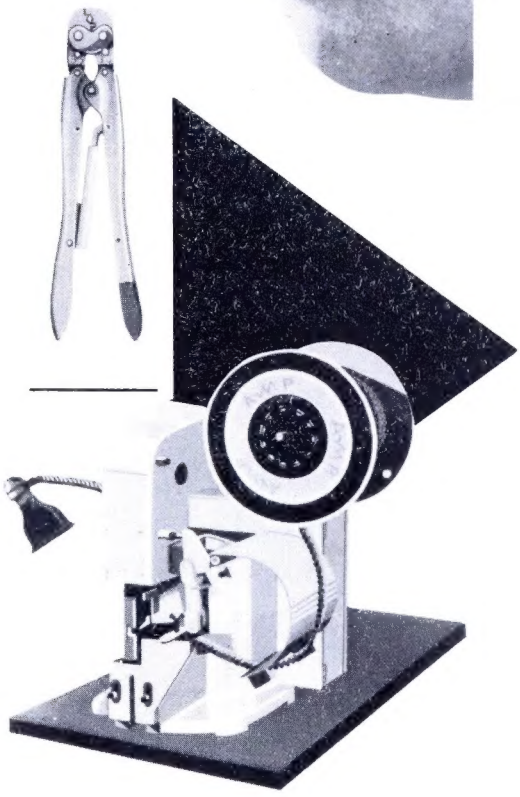
Der Pre-Insulated DIAMOND GRIP Terminal war der erste Kabelschuh, der im Hinblick auf besondere sehr spezifische Anforderungen entworfen wurde.

Dieser Verbinder - hergestellt mit verschmolzener Plastic Isolation - verringert die Herstellungskosten Ihres Betriebes auf ein Minimum.

Die Anbringung der Kabelschuhe erfolgt (ohne Lötung, ohne Isolierband, ohne Isolierhülse) durch eine einzige Bewegung einer Spezialzange, der sog. Certi-Crimp Handtool.

Das AMP System garantiert eine perfekte elektrische Leitung, grosse Widerstandsfähigkeit gegen Schwingungen und gegen Korrosion und . . . spart Arbeitslohn.

Es ist eine bezeichnende Tatsache, dass in den U.S.A. das AMP Verfahren das gebräuchliche Normalverfahren geworden ist.



AMP HOLLAND N.V.
's-Hertogenbosch

AMP

Zweiggesellschaft der AMP Incorporated, Harrisburg, Pa, U.S.A.

Wir sind gerne bereit Ihnen auf Wunsch, für Sie völlig unverbindlich, Auskünfte zu erteilen und Sie mit detaillierten Vorschlägen zu beraten.

Vertreter für West-Deutschland (einschl. West-Berlin)

G. Bartels,	Dipl. Ing. G. Geiss,	G. Greger,
Dudenstrasse 71,	Ditmarstrasse 19,	Georgenstrasse 119,
Berlin - Tempelhof	Frankfurt a. M. W. 13	München 13